

B²/73.

FYSIKA

pro

nižší třídy gymnasií a realných škol.

Seřsal

Josef Klika,

profesor na o. k. ústavu ku vzdělání učitelů v Kutné Hoře.



Se 406 vyobrazeními.

Cena 1 zl. 80 kr., váz. 2 zl.



V PRAZE.

NAKLADATEL KNĚHKUPECTVÍ: I. L. KOBER.

1873.

Seznam českých spisův,

jichž při sestavování díla tohoto více méně bylo užito:

Dr. A. Baumgartner: Počátkové silozpytu. Přeložil J. K. V Praze 1851.

Jiljí V. Jahn: Fysika čili silozpyt. Dle 12. značně rozmnoženého a opraveného vydání Schoedlerovy „Knihy přírody.“ V Praze 1863.

— Chemie nerostná pro vyšší školy české. V Praze 1868.

— Chemie. Dle 16. vydání Schoedlerovy „Knihy přírody.“ Třetí doplněné a opravené vydání. V Praze 1872.

Josef Klika: Fysika pro gymnasia a realné školy. Dle druhého valně rozmnoženého vydání učebné knihy, již sepsal Dr. Fr. J. Pisko. V Praze 1870.

Filip Stanislav Kodým: Naučení o živlech, jejich moci a vlastnostech. Díl I. V Praze 1849. Díl II. V Praze 1864.

Jan Krejčí: Fysika pro realní a průmyslové školy. V Brně 1859.

Dr. Antonín Majer: Nauky technické. O spojivosti. V Praze 1855.

— Nauky technické. O rovnováze. V Praze 1857.

— Fysika pro nižší školy. V Praze 1862.

— Fysika pro vyšší školy. V Praze 1870.

Martin Pokorný: Kronika práce, osvěty, průmyslu a nálezův. Díl druhý. Síly přírody a užívání jich. V Praze 1868.

Slovník naučný: V Praze 1860—1872.

Dr. Josef Smetana: Silozpyt čili fysika. V Praze 1842.

Karel Starý: Fysika pro vyšší dívčí školy. V Praze 1869.

K. V. Zenger: Fysika zkušebná. Díl prvý. V Praze 1865.



O b s a h.

	Stránka
Úvod	1
1. Příroda a přírodověda. 2. Přírodopis a přírodopyt. 3. Fysiologie, fyzika a chemie. 4. Úloha fyziky. 5. Síla. 6. Zákony přírodní.	

Oddíl první.

Všeobecné vlastnosti těles	5
7. Prostornost. 8. Míry. 9. Měřítka. 10. Nепrostupnost. 11. Setrvačnost. 12. Průlinčitost. 16. Roztaživost. 17. Stlačitelnost. 19. Dělitelnost. 19. Vlastnosti všeobecné.	

Oddíl druhý.

O tíži	23
20. Tíže. 21. Směr svislý a vodorovný. 22. Tíže všeobecná. 23. Tíže a váha. 24. Váha prostá a měrná. 25. <u>Hutnost.</u>	

Oddíl třetí.

O soudržnosti	29
26. Soudržnost. 27. Skupenství. 28. Tvrdost. 29. Křehkost. 30. Pružnost. 31. Tažnost. 32. Pevnost. 33. Přílnavost. 34. Vzlínavost. 35. Prolínavost. 36. Pohlcování. 37. Botnání. 38. Roztok. 39. Směšování. 40. Hranění č. krystalení.	

Oddíl čtvrtý.

Základné nauky chemie	57
A. Z chemie všeobecné	—
41. Chemie. 42. Slučivost. 43. Sloučeniny a prvky. 44. Zákony slučivosti. 45. Názvosloví a písmo chemické.	
B. Z chemie podrobné	62
a) Z chemie neutrojné č. neroztné	—
46. Kyslík. 47. Vodík. 48. Dusík. 49. Uhlík. 50. Vzduch. 51. Síra. 52. Prvky halové. 53. Fosfor. 54. Křemík. 55. Draslík. 56. Sodík. 57. Vápník. 58. Hořčák. 59. Hliník.	

- b) *Z chemie ústrojně* 77
 60. Chemické složení ústrojin. 61. Kyseliny ústrojně. 62. Tuky, silice a pryskyřice. 63. Uhlohydráty. 64. Láh a éther. 65. Hmoty bílkovité. 66. Potrava. 67. Proměny a rozklady ústrojin.

Oddíl pátý.

- O teple** 85
 a) *Tepla a teploměry* —
 68. Tepla. 69. Teploměr.
 b) *Rozvádění tepla* 90
 70. Teplovodiči. 71. Vodivost tepla těles pevných. 72. Vodivost tepla kapalin. 73. Vodivost tepla plynů.
 c) *Roztahování se těles teplem* 94
 74. Roztahování se těles teplem. 75. Roztahování se těles pevných teplem. 76. Roztahování se kapalin teplem. 77. Roztahování se plynů teplem.
 d) *Proměna skupenství teplem* 97
 78. Tání. 79. Tepla při tání těles utajené. 80. Tepla při tuhnutí kapalin uvolněné. 81. Výpar a var. 82. Tepla při výparu a varu utajené. 83. Tepla při zkapalnění par uvolněné. 84. Přehánění a překapování.
 e) *Měření tepla* 102
 85. Jednotka tepla. 86. Tepla měrné a vnímavost tepla.
 f) *Zdroje tepla* 103
 87. Slunce a země co zdroj tepla. 88. Mechanické zdroje tepla. 89. Chemické slučování hmot co zdroj tepla. 90. Hoření. 91. Hašení ohně. 92. Výkony životní co zdroj tepla.

Oddíl šestý.

- O magnetičnosti** 110
 a) *Magnetické výjevy* —
 93. Magnety. 94. Magnetické výjevy. 95. Původ magnetičnosti.
 b) *Hotovení strojených magnetů* 114
 96. Tah jednoduchý. 97. Tah dvojnásobný. 98. Magnetování tyčí podkovitě ohnutých. 99. Sesilování a zeslabování magnetův.
 c) *Magnetičnost zemská* 117
 100. Země co magnet. 101. Odchyl magnetický. — Kompas. 102. Sklon magnetický. 103. Magnetka volná.

Oddíl sedmý.

- O elektřině** 121
 A. *Elektřina buzená třením a rozkladem* —
 104. Elektřina. 105. Sdílení elektřiny. 106. Kladná a záporná elektřina. 107. Elektřina vznikající rozkladem. 108. Kde jak se osazuje elektřina? 109. Původ elektřiny. 110. Elektrojev pozlátkový. 111. Električka. 112. Účinky elektřiny. 113. Elektrofor. 114. Deska Franklinova. 115. Láhev Leydenská. 116. Hustičí.
 B. *Elektřina ovzdušní* 140
 117. Elektřina ve vzduchu, oblacích a mracích. 118. Blesk a hrom. 119. Hromosvod. 120. Severní zář.

C. Elektrina buzená dotýkáním	143
a) <i>Základné výjevy a zdroje elektřiny, buzené dotýkáním</i>	—
121. Základná zkouška Voltova. 122. Zákony napnutosti elektřiny, buzené dotýkáním 123. Jednoduchý řetěz Voltův. 124. Složený řetěz Voltův. — Sloup Voltův. 125. Retězy stálé. 126. Zambonský sloup.	
b) <i>Fysiologické a chemické účinky proudu galvanického</i>	150
127. Fysiologické účinky galvanického proudu. 128. Chemické účinky galvanického proudu. 129. Chemická činnost proudu v řetězech galvanických. 130. Užívání chemických účinkův proudu galvanického.	
c) <i>Účinky světla a tepla proudu galvanického</i>	156
131. Galvanické světlo a teplo s ním spojené. 132. Galvanické teplo a světlo s ním spojené.	
d) <i>Magnetické účinky proudu galvanického</i>	157
1. <i>Působení proudu v magnet</i>	—
133. Odchyłka magnetky účinkem proudu galvanického. 134. Proudovej a proudoměr. — Odpor vodičův. 135. Vzájemné působení proudu v hybný magnet a magnetu v hybného vodiče proudu.	
2. <i>Magnetování železa a ocele proudem galvanickým</i>	161
136. Elektromagnet. 137. Diamagnetičnosť. 138. Elektromagnetické hybostroje. 139. Elektromagnetické telegrafy. 140. Elektromagnetické hodiny.	
D. Elektrina vznikající soubudem	170
a) <i>Elektro-elektřina</i>	—
141. Proud soubudem vznikající. 142. Účinky elektro-elektřiny.	
b) <i>Magneto-elektřina</i>	172
143. Proud magnetičností vzbuzený. 144. Otáčivé přístroje magneto-elektrické.	
E. Elektrina vzbuzená teplem čili thermoelektřina	175
145. Thermoelektrický řetěz. 146. Thermoelektrický sloup a účinky jeho.	
F. Elektrina živočišná	177
147. Elektrické ryly. 148. Elektrina ve svalech a nervech živočišných.	

Oddíl osmý.

O rovnováze a pohybu	179
149. Rovnováha a pohyb.	
A Rovnováha těles pevných	180
a) <i>Skládání a rozkládání sil</i>	—
150. Síla. 151. Skládání a rozkládání sil. 152. Skládání a rozkládání sil v týž bod v též přímce působících. 153. Skládání a rozkládání sil v týž bod v úhlu působících. 154. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry nerovnoběžnými působících. — Moment sil. 155. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry rovnoběžnými působících.	
b) <i>Rovnováha v poloze těles</i>	192
156. Těžiště. 157. Stanovení polohy těžiště. 158. Rovnováha těles. 159. Zavěšování a podepírání těles. 160. Stálost polohy.	
c) <i>Rovnováha na strojích</i>	199
161. Stroj.	
a) <i>Stroje páky</i>	—
162. Páka jednoduchá. 163. Užívání páky jednoduché. 164. Páka složená. 165. Váhy. 166. Kolo na hřídeli. 167. Kolo stroje. 168. Kladka. 169. Kladkostroje.	

β) Nakloněné roviny	215
170. Nakloněná rovina. 171. Klín. 172. Šroub.	
d) <i>Práce strojů</i>	223
173. Práce. 174. Práce strojů. 175. Užitek a účel strojův.	
B. Pohyb těles pevných	226
176. O pohybu vůbec. 177. Pohyb rovnoměrný. 178. Pohyb rovnoměrně zrychlený a zpzděný. 179. Pád volný. 180. Pád na rovině nakloněné. 181. Kyvadlo jednoduché. 182. Kyvadlo složené. 183. Pohyb těles vržených. 184. Pohyb stfedoběžný. 185. Odstředivost. 186. Dynamické měření sil. 187. Ráz.	
<i>Překážky v pohybu</i>	250
188. Tření. 189. Odpor v prostředí.	
C. Rovnováha kapalin	252
190. Povaha kapalin. 191. Rozptylování tlaku v kapalinách. 192. Rovnováha kapaliny na povrchu a uvnitř. 193. Tlak na dno. 194. Tlak vzhůru a na stěny. 195. Spojité nádoby. 196. Nestejnorodé kapaliny v nádobách spojitých. 197. Zákon Archimedův. 198. Plování těles v kapalinách. 199. Stanovení hustoty těles vahami hydrostatickými. 200. Stanovení hustoty. 201. Stanovení hustoty piknometrem. 202. Stanovení hustoty hustoměry.	
D. Pohyb kapalin	270
203. Výtok kapaliny. 204. Hybná síla vody.	
E. Rovnováha vzdušín.	272
205. Povaha vzdušín. 206. Expanse vzdušín.	
a) <i>O rovnováze plynů</i>	274
207. Tlak vzduchu. 208. Tlakoměry. 209. Užívání tlakoměru. 210. Tlakoměry kovové č. aneroidy. 211. Stroje, přístroje a náčiní, zakládající se v tlaku vzduchu. 212. Vývěva. 213. Hustilka. 214. Váha a hustota vzdušín. 215. Plování ve vzduchu. 216. Pronikání plynův.	
b) <i>O rovnováze par.</i>	292
217. Rozpínavost par. 218. Působení tlaku vzduchu ve var kapalin. 219. Pární kotel. 220. Pární stroj. 221. Lokomotiva a pární loď. 222. Vlhkost vzduchu. 223. Výjevy, pocházející z vlhkosti vzduchu.	
F. Pohyb vzdušín	301
224. Výtok vzdušín. 225. Ráz vzdušín.	

Oddíl devátý.

Nauka o zvuku	303
A Vznikání zvuku	—
226. Zvuk. — Znění. — Tón. 227. Chvění těles pevných. 228. Vlnění kapalin. 229. Vlnění vzduchu. 230. O tónech. 231. Stupnice tónův. 232. Znění strun. 233. Znění pružných tyčí. 234. Znění desk. 235. Znění vzduchu.	
B. Rozvádění a slyšení zvuku	316
236. Ústrojí sluchové. 237. Rozvádění zvuku. 238. Odraz zvuku. 239. Spolusnění.	

Oddíl desátý.

Nauka o světle	321
A. Šíření se světla	—
240. Světlo. 241. Stín. 242. Rychlost světla. 243. Světlost. 244. Původ světla.	

	Stránka
B. Odraz světla	325
245. Ozraz světla. 246. Odraz světla v zrcadle rovném. 247. Odraz světla v kulovém zrcadle dutém. 248. Odraz světla v kulovém zrcadle vypuklém.	
C. Lom a rozklad světla	332
249. Lom světla. 250. Lom světla v těle, plochami rovnoběžnými omezeném. 251. Lom světla ve hranolu trojstěnném. 252. Rozklad světla. 253. Barvy hranolové. 254. Barevnost těles. 255. Duha. 256. Čáry Fraunhoferovy a rozbor spektrální. 257. Čočky. 258. Čočky vypuklé. 259. Čočky duté. 260. Vady čoček.	
D. Oko a nástroje optické	345
261. Oko. 262. Kterak vidíme? 263. Podmínky zřetelného vidění. 264. Subjektivné č. osobné úkazy zrání. 265. Drobnohledy. 266. Kouzelná svítílna a temnice. 267. Dalekohledy.	
E. Fosforescence. Chemické účinky světla. Křížení a ohyb světla. Dvojlom a polarisace	355
268. Fosforescence. 269. Chemické účinky světla. 270. Fotografie 271. Křížení světla. 272. Ohyb světla. 273. Dvojlom. 274. Polarisace.	

Oddíl jedenáctý.

O teple sálavém	364
275. Teple sálavé. 276. Zahřívání země sluncem. 277. Větry.	

O p r a v y.

Na str.	6. na 10. řádce z dola má býti:	15,307.398 \square° místo: 15,307.421., \square° .
"	23. " 15-16. " z dola " "	kapky místo: paprsky.
"	27. " 10. " z dola " "	141 , \mathcal{E} místo: 14 lib.
"	28. " 4. " z dola " "	8. místo: 8_0 .
"	34. " 3. " z dola " "	všecka místo: všecky.
"	41. " 14. " s hora " "	provaz místo: prozaz.
"	42. " 1. " z dola " "	srovnává místo: svovnává.
"	47. " 3. " s hora " "	vniká ji místo: vnikají.
"	50. " 4. " z dola " "	ve 100 librách místo: ve 100 dílech.
"	88. " 8. " s hora " "	na místo: an.
"	91. " 16. " s hora " "	za slovem: se roztaví přidáno: když v nádobě voda neb olej se zahřívá.
"	93. " 23. " s hora " "	+3°R místo: +°R.
"	96. " 30. " s hora " "	se roztáhlo místo: se rozhrálo
"	104. " 12. " z dola " "	bavlna, kladivem na kovadlině silně místo: bavlna kladivem na kovadlině, silně.
"	112. " 14. " z dola " "	s pólem ovšem nestejnomenne místo: s pólem ovšem stejnojmenné.
"	114. " 15. " z dola " "	drživou místo: bránivou.
"	125. " 18. " z dola " "	elektrinu místo: elektrinn.
"	140. " 2. " z dola " "	+E místo: + \mathcal{E} .
"	142. " 2. " z dola " "	v Příměticích místo: v Prendicích.
"	143. " 12. " s hora " "	podlodi místo: pod loď.
"	185. " 7. " s hora " "	směrem ax místo: směrem ox.
"	195. " 3. " z dola " "	v rovnováze volně místo: v rovnováze stálé.
"	198. " 13. " s hora " "	vklobené místo: vhloubené.
"	204. " 196. obrazci má býti	ž u osy kolečka písmeno e místo C.
"	205. " 197. " " " " "	písmeno C na místě A a A na místě C.
"	208. " 1. řádce z dola má býti:	V. ed místo: V. ed.
"	224. " 9. " z dola " "	břemene, v dráze místo: břemene v dráze.
"	238. " 4. " s hora " "	sila okamžitá místo: rychlost okamžitá.

XII

Na str. 288. na 6. řádce z dola má býti: $s = c \times \frac{c}{g} - \frac{1}{2} g \times \frac{c^2}{g^2}$ místo: $s = c \times \frac{c}{g} + \frac{1}{2} g \times \frac{c^2}{g^2}$.

Na str. 298. na 5. řádce z dola má býti: $\frac{380000}{31}$ místo: $\frac{36000}{31}$.

- " 257. " 10. " z dola " " svislou místo: svislon.
- " 286. " 12. " s hora " " aby poklop místo: aby talíř.
- " — " 13. " s hora " " povrch talíře jakož i okraj poklopu místo: talíř jakož i okraj talíře poklopu.
- " — " 14. " s hora " " kohoutek F místo: kohoutek E.
- " 298. " 16. " z dola " " méně vlhký místo: vlhčí.
- " 305 " 322. obrazci má býti vedlé číslice 6 písmeno e místo: c.



Úvod.

1. Příroda a přírodověda. Ohlížejíce se kolem sebe, spatřujeme nesčíslné množství rozličných tvorů, kteréž, neustále se proměňující, jsou takřka v ustavičném *prerodu*, pročez souhrn jich všech *přírodou* se nazývá.

Pozorujme jabloň! Z jara baví oko naše svým krásným květem, v letě poskytuje nám chladného stínu bujným listím, na podzim podává nám chutný plod, v zimě pak vypíná smutně nahé, veškeré ozdoby pozbavené haluze do mrazivého vzduchu. Jak značných proměn doznává jabloň během jediného roku a jak veliké jsou teprv proměny její za několik let! Podobné proměny viděti na každé rostlině. Živočichové také se proměňují. Patříme jen na kuřátko, jež právě z vejce se bylo vylílo, jaký rozdíl mezi ním a mezi matkou jeho — a přece bude i kuřátko slepic a bude pak matce své zcela podobno. Nerosty zvětrávají a mění se taktéž více méně během času účinkem slunečního tepla, vzduchu, vlhka atd.

Věda, kteráž vlastnosti a proměny veškerých tvorův a tudíž celé přírody pozoruje a skoumá, nazývá se *přírodověda*.

2. Přírodopis a přírodozpyt. Přírodověda buď vyhledává vlastnosti, kterými jeden tvor od druhého se liší, a slove pak *přírodopisem* — buď přihlíží ku vlastnostem, jež všem tvorům jsou společny, jakož i ku proměnám, jichž tvorové během času doznávají, a ku silám a zákonům, jimiž tyto proměny se řídí, a jmenuje se pak *přírodozpyt*.

Popsati lípu tak, aby každý ji poznati a ode všech rostlin rozoznati mohl, jest úlohou *přírodopisu*; vylíčiti proměny, které dály se s lípou, než z malého semene v mohutný košatý strom vzrostla, jakož i proměny, které ustavičně s ní se dějí, a stanoviti zákony, kterými proměny tyto se spravují, jest úlohou *přírodozpytu*.

3. Fysiologie, fysika a chemie. Síly a zákony, kterými se spravují proměny bytostí *ústrojných* (živočichův a rostlin), liší se od sil a zákonův, jimiž se řídí proměny bytostí *neústrojných* (nerostův); proto dělí se přírodopyt ve dva oddíly, totiž: v *přírodopyt bytostí ústrojných a v přírodopyt bytostí neústrojných*.

Přírodopyt bytostí ústrojných se zove *fysiologie*.

Přírodopyt bytostí neústrojných zahrnuje v sobě dvě vědy, totiž *fysiku a chemii*.

Vlastnosti všeobecné, jakož i proměny, které se jeví na bytostech neústrojných a které tudíž *výjevy* č. *úklady* se zovou, jsou dvojí, neboť přináležejí buď *prostoru*, jež bytost zaujímá, buď *hmotě*, která v tomto prostoru se nalézá.

Hmotou nazývá se vůbec vše, co prostor vyplňuje, ač mnohdy *hmatem* o přítomnosti hmoty není lze se přesvědčiti; hmota ve prostoru určitě omezeném se jmenuje *tělo*.

Fysika pozoruje a vykládá *výjevy prostorné těles neústrojných*, t. j. *vlastnosti a proměny, které přináležejí prostoru, ježž tělo zaujímá; chemie skoumá a vysvětluje výjevy, které přísluší hmotě těla*.

Díváme-li se rovnou skleněnou deskou, spatřujeme předměty za ní se nalézající tak, jako by mezi nimi a mezi okem naším skla ani nebylo; hledíme-li na předměty tyto sklem ve tvaru čočky přibroušeným, vidíme předměty větší; zíráme-li na ně sklem po obou stranách tak vyhlubeným, že jest u prostřed nejtenší a odtud ku pokrajům čím dále tím silnější, zdají se nám předměty menší; pozorujeme-li konečně předměty skleněným hranolem trojhranným, uzmíme je v jiném místě než dříve, tak že zdá se, jako by byly s původního místa svého posunuty, a každý z předmětův jest barevně lemován. Sklo, t. j. *hmota* desky, čočky a hranola, může býti totéž a předce jest úkaz v každém z těchto případův jiný; patrně tudíž, že spravují se úklady tyto pouze *prostorem*, ježž hmota (sklo) zaujímá. Výjevy takové jsou tudíž *fysikální* a výklad jejich podá nám *fysika*. Sklo, z něhož byly deska, čočka a hranol zhotoveny, nenaskytuje se v přírodě, byloť z křemene, sody, vápna a některých jiných nerostův zhotoveno. Proměny, kterých *hmota* těchto nerostův doznala, než sklo z nich vzniklo, jakož i výklad proměn těch náležejí do oboru *chemie*.

Mnohých úkazův *fysikálních* nelze vyložiti beze znalosti zákonův *chemických* a taktéž potřebí zhusta *fysiky* ku vysvětlení mnohých *výjevův chemických*, proto nelze vyloučiti naprosto z chemie *fysiku* aneb *fysiku* z chemie. Obě tyto vědy stykají a doplňují se ve *spolek* v případech velmi četných, tak že nemožno jich od sebe naprosto odloučiti.

4. Úloha fysiky. Úlohou fysiky jest, *prostorné výjevy těles neústrojných pozorovati a vykládati*.

Poněvadž není možno, veškeré výjevy vždy v přírodě *pozorovati a skoumati*, musíme často mnohé výjevy *pokusem* (experimentem) pomocí zvláštních, k tomu cíli upravených *fysikálních strojův a přístrojův* vyvozovati.

Každé tělo padá k zemi, jsouc od ní přitahováno. Vypustíme-li, stojíce na střeše věže byt i velmi vysoké, nějaký kámen z ruky, dopadne tento kámen k zemi za dobu tak krátkou, že nelze pozorovati, jak padal, zdaž po celou tu dobu stejně rychle se pohyboval a kterou část své dráhy v každé části té doby proběhl. Pomocí zvláštního stroje fysikálního můžeme však padání jakéhokoliv těla k zemi *dokonalé* pozorovati, dráhu za jistou dobu, ku př. za několik vteřin proběhnutou měřiti a z délky dráhy rychlost pohybu stanoviti.

Pokusy pomocí fysikálních strojů a přístrojů konané poskytují přecasto značných výhod, neboť můžeme jimi docíliti výjevův, kterých bychom v přírodě snad nikdy pozorovati nemohli, aneb které by se naskytly teprv v jiné době a za jiných okolností.

Výklad výjevův záleží v tom, že vytkneme příčinu čili původ jejich.

Mnohdy jest nemožno příčiny nějakého výjevu s úplnou jistotou stanoviti; poněvadž nikdy nemůžeme mysliti sobě výjevu bez původu neb příčiny nějaké, vyhledáváme aspoň příčinu domnělou, kteráž pak *domněnkou* (hypothesou) se zove.

Veškerých výjevů světla nelze vyložiti jinak leč *domněnkou*. Učenci domnívají se, že jest původem světla zvláštní pohyb velmi pružné a roztaživé, nad míru jemné a nevažitelné látky, která se jmenuje *éter*. Látka tato vyplňuje celý prostor světový jakož i prostory mezi jednotlivými částicemi všech těles, pročež může pohyb étheru kdekoliv a jakkoliv způsobený postupovati až k onomu étheru, který v oku našem se nalézá a jehož pohybem vidění se způsobuje.

5. Síla. Vyhledávající příčinu nějakého výjevu, pozorujeme často, že příčinou jeho jest výjev jiný, i musíme pátrati po příčině tohoto druhého výjevu; původem výjevu druhého bývá zhusta výjev třetí, původem třetího výjev čtvrtý atd. Postupující takto od jednoho výjevu ke druhému, docházíme konečně až ku výjevu takovému, jehož nelze vyložiti ani příčinou skutečnou ani domněnkou. Za původ tohoto posledního výjevu pokládáme pak *slu*.

Slu jest tudíž neznámá, smys'ům nedostížná příčina nějakého výjevu.

V zimě vidáme okna často zamrzlá; vykládáme-li výjev ten tím, že venku mrzne, tož pravíme, že původem toho výjevu jest mráz. Tážeme-li se dále: Což pak jest původem mrazu? odpoví se nám: Zima. Pátráme-li po příčině zimy, shledáme, že příčinou zimy jest největší vzdálenost a odchylka země naší od slunce. Proč pak jest země v ten čas od slunce nejvíce vzdálena a odchýlena? Proto, že, pohybující se kolem slunce v určité dráze, nalézá se za rozličných dob ve vzdálenosti rozličné a jest také rozličně k slunci nachýlena. Až potud možno každý výjev předcházející výjevem následujícím smyslně vyložiti.

Tážeme-li se však, proč země kolem slunce v určité dráze se pohybuje, tu nelze již odpovědět. Pohyb musí však mít nějakou příčinu, ta jest však smyslem našim nedostížitá, nazýváme ji tudíž silou a pravíme: *Síla* pudí zemi naši, aby kolem slunce se pohybovala.

6. Zákony přírodní. Pozorující výjevy, shledáváme, že příčina zcela stejná za okolností zcela stejných má za výsledek výjev zcela stejný. Z toho patrné, že mezi výjevy a jich příčinami jest jistá určitá souvislost a tuto souvislost zoveme *zákonem přírodním*.

Účelem fysiky, kteráž podává nám návod k tomu, jak máme výjevy poznávati a příčiny jejich vyhledávati, jest tudíž, stanoviti zákony přírodní, kterými proměny těles a původy proměn těch, t. j. síly v působení svém se spravují.

Oddíl první.

Všeobecné vlastnosti těles.

7. Prostornost. Každé tělo musí někde býti, musí nějaký *prostor* zaujímati; tato všeobecná, t. j. všem tělesům příslušná vlastnost jmenuje se *prostornost*.

Prostor, jež tělo zaujímá, jest *určitě omezen*; způsobem, kterým jest prostor omezen, stanoví se *tvář* č. *podoba* těla.

Totéž množství rtuti můžeme nalíti do nádoby baňaté (kulovité), válcovité, hranaté, kuželovité atd.; prostor, jež rtuť zaujímá, zůstane při tom vždy *tentýž*, ale *tvář* její, který řídí se tvarem nádoby, *rozličně omezené*, bude pokaždé *rozličný*.

(*Prostor*, jež tělesa zaujímají, č. *objem* těles můžeme *měřiti*, t. j. můžeme stanoviti, kolikráte jest větší neb menší než objem onen, jež za *jednotku* č. *míru* objemu pokládáme.)

Objem 282 liber vody obnáší 5 krychlových stop, t. j. 282 libry vody zaujímají prostor 5kráté tak veliký jako jest prostor onen, jež krychlovou stopou nazýváme. Čili: 282 librami vody možno nádobu, mající jednu krychlovou stopu objemu, 5kráté naplniti.

Základem všelikých měř jest *míra délková*; plochy, mající dvojnásobnou rozsáhlost, totiž v délce a šířce, měří se *měrou čtverečnou*, t. j. plochou, která má délku i šířku stejnou a která čtvercem se zove; objem těles, majících netoliko určitou délku a šířku, nýbrž i jistou výšku, stanoví se *měrou krychlovou* č. *kostkovou*, t. j. krychlí (kostkou), jež její délka, šířka i výška jsou zcela stejny.

Pravíme-li, že vzdálenost dvou stromů od sebe obnáší 3 sáhy, myslíme si, že přímka od jednoho stromu ke druhému vedená jest 3kráté tak dlouhá jako ona míra (jednotka) délky, kterou *sáhem* nazýváme. Přímka, takovou vzdálenost naznačující, jest pouze myšlená a má *pouze jeden rozměr*, totiž délku. — Stín nějakého předmětu nemá výšky, ale má určitou délku i šířku, tudíž *dvojnásobnou rozsáhlost*; řekne-li se, že zaujímá 10 čtverečných stop, značí to, že jest plocha jeho 10kráté tak veliká, jako čtverec, jehož každá strana jest jednou stopu dlouhá. Každé tělo má tři rozměry: délku, šířku a výšku, pročež musí

objem jeho měřiti se měrou krychlovou. — Někdy převládá jeden rozměr těla tak, že k ostatním dvěma rozměrům ani nehledíme; o drátu a vlasu říká se pouze jak jest *dlouhý*. Převládají-li dva rozměry velmi značně rozměr třetí, pokládáme tělo téměř za plochu a stanovíme pouze *délku* a *šířku* jeho, o výšce ani se nezmiňujeme; tak ku př. mluvíme-li o velikosti jednotlivého archu papíru, říkáme pouze, jak jest dlouhý a široký, ač má každý arch i jistou výšku, což poznáváme, když mnoho archův na sebe položíme, kdež pak i výšku všech a tudíž i výšku každého jednotlivého změřiti můžeme.

8. Míry. Míry délkové jakož i odvozené z nich míry plochové (čtverečné) a tělesové (krychlové) jsou v rozličných zemích rozličně veliké a mají rozličná jména.*)

U nás jsou jednotkami míry délkové vídeňský *sáh* ($^{\circ}$) a menší oddíly jeho, totiž *stopy* ($'$), *palce* ($''$), *čárky* ($'''$) a *body* ($''''$). Jestliž pak:

$$1^{\circ} = 6', 1' = 12'', 1'' = 12''' \text{ a } 1''' = 12'''' \text{, tak že}$$

$$1^{\circ} = 6' = 72'' = 864''' = 10.368''''.$$

Aby se usnadnilo převádění jistého počtu sáhův ve stopy, stop v palce atd. aneb naopak: palcův ve stopy a stop v sáhy, rozdělují mnohdy (zvláště zeměměřiči) sáh v menší oddíly dle soustavy *desetinné*, tak že: $1^{\circ} = 10'$, $1' = 10''$ a $1'' = 10'''$ a tudíž $1^{\circ} = 10' = 100'' = 1000'''$.

Jiné míry délkové jsou: *míle poštovská*, kteráž jest 4000° dlouhá; *míle zeměpisná* = 3912.467° ; *lokál vídeňský* = $29.5197''$ = asi $29\frac{7}{8}''$; *lokál český* = $22.5026''$ = asi $22\frac{1}{2}''$; *pěst* (míra koňská) = $4'''$; *krok* = $\frac{2}{5}^{\circ}$, tak že 5 kroků obnáší 2 sáhy.

Jednotkou míry plochové jest vídeňský *čtverečný sáh* (\square°) se svými oddíly, totiž *čtverečnými stopami* (\square'), *čtver. palci* (\square'') a *čtver. čárkami* (\square'''). Jestliž pak:

$$1 \square^{\circ} = 36 \square', 1 \square' = 144 \square'', 1 \square'' = 144 \square''' \text{ tak že:}$$

$$1 \square^{\circ} = 36 \square' = 5184 \square'' = 746.496 \square'''.$$

V soustavě desetinné jest pak $1 \square^{\circ} = 100 \square'$, $1 \square' = 100 \square''$ a $1 \square'' = 100 \square'''$, a tudíž $1 \square^{\circ} = 100 \square' = 10.000 \square'' = 1.000.000 \square'''$. Na obr. 1. jest znázorněn čtverečný palec rozdělený ve 100 čtverečných čárek.

Jiné míry plochové jsou *zeměpisná čtverečná míle*, kteráž obnáší $15.307.421.5 \square^{\circ}$, *jitro* = $1600 \square^{\circ}$, *korec* = $\frac{1}{2}$, *jitra* = $800 \square^{\circ}$ a *míra* = $\frac{1}{2}$, *jitra* = $533\frac{1}{2} \square^{\circ}$.

Ku měření objemu těles slouží *krychlový sáh* (κ°) s menšími oddíly svými, *krychl. stopami* (κ'), *krychl. palci* (κ'') a *krychl. čárkami* (κ''').

$$1 \kappa^{\circ} = 216 \kappa', 1 \kappa' = 1728 \kappa'', 1 \kappa'' = 1728 \kappa''' \text{, tak že}$$

$$1 \kappa^{\circ} = 216 \kappa' = 373.248 \kappa'' = 644.972.544 \kappa'''.$$

*) Česká jména měr: *sáh* (což se dá oběhnuti rukama) *stopa*, *lokál*, *pěst* a *palec* ukazují patrně, že byly původně odvozeny míry z rozměrův údů lidského těla.

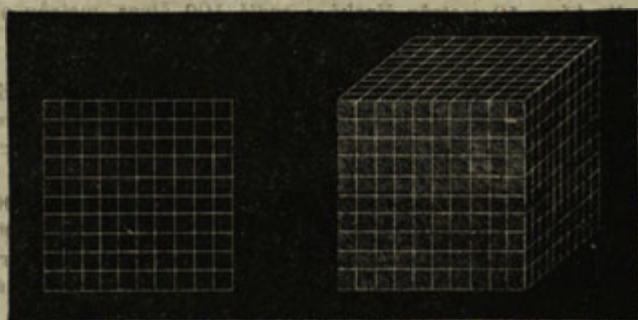
V míře desetinné jest pak $1^k = 1000^k$, $1^k = 1000^k$ a $1^k = 1000^k$,
takže $1^k = 1000^k = 1,000,000^k = 1,000,000,000^k$.

Na obr. 2. viděti krychlový palec rozdělený v 1000 krychlových čárek.

Jiné míry objemové jsou: vědro = $1,79^k$ = asi $1\frac{1}{5}^k$; mds = $77,4^k$
= asi $77\frac{3}{5}^k$; žejdlík = $19,3^k$ = asi $19\frac{1}{3}^k$; korec = $2,9^k$; vídeňská
měrice = $1,95^k$.

Neshoda měr v rozličných zemích užívaných jest ve vědách
jakož i v obchodu a průmyslu a vůbec v životě obecném velmi
závadnou. Učenci francouzští, chtějíce docíliti míry všem národům
společné, navrhli v roce 1797, aby za základ míry užilo se

Obr. 1. Obr. 2.



čtverníku, t. j. čtvrtiny obvodu zeměkoule. K tomu cíli byl změřen
oblouk poledníku od Dünkirchenu do Barcelony a z délky oblouku
toho vypočtena délka celého čtverníku, kteráž rozdělena pak v 10
milionů stejných dílův, z nichž každý nazván metr (mètre) t. j. míra.

Míry metrické užívá se nyní ve Francii, Belgii a Nizozemsku všeobecně,
v některých jiných zemích částečně, ve spisech a pracích vědeckých téměř
všude; u nás popřává se jí i v průmyslu a obchodu čím dále tím více místa;
není tudíž pochybnosti, že bude v brzkou míra tato ve všech zemích vše-
obecně užívána.

Metr (1^m) obnáší $3,1635'$ = $3' 1'' 11\frac{1}{2}'''$ = asi $38''$;
vídeňská stopa = $0,3161$ metru.

Ku měření menších délek, než jest metr, slouží desetiný, setiný
a tisíciny metru a sice jest: *decimetr* (1^{dm}) = $0,1$ metru, *centimetr*
(1^{cm}) = $0,01$ metru a *millimetr* (1^{mm}) = $0,001$ metru a tudíž
 $1^m = 10^{dm} = 100^{cm} = 1000^{mm}$.

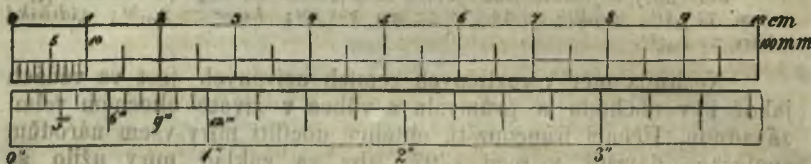
Větší délky než jest metr měří se *dekametrem*, *hektometrem*, *kilo-
metrem* a *myriametrem* a jest

dekametr = 10 met.
hektometr = 100 met.

kilometr = 1000 met.
myriametr = 10.000 met.

Obr. 3. znázorňuje nahore decimetr, rozdělený v centimetry a millimetry, a dole pro porovnání míru ve vídeňské palce a čárky rozdělenou.

Obr. 3.



Metrická míra plochová jest čtverečný dekametr, t. j. plocha 10 metrův dlouhá a 10 metrův široká a tudíž 100 čtver. metrův obnášející, kteráž *ar* (are) se nazývá.

$$1 \text{ ar} = 27,7998 \square^0 = 1000,79 \square'.$$

Menší oddíly této plochové míry naznačují se jako při míře délkové předkládáním latinských slov *deci*, *centi* a *milli* ku slovu *ar* a jsou taktéž dle soustavy desetinné upraveny, tak že *deciar* = 10 \square metrův, *centiar* = 1 \square met., *milliar* = 1 \square decim. Ku měření větších ploch slouží *dekar* = 10 ar = 1000 \square^m , *hektar* = 100 ar = 10.000 \square^m , *kiliar* = 1000 ar = 100.000 \square^m a *myriar* = 10.000 ar = 1.000.000 \square^m .

Základem metrické míry tělesné jest *litr* (litre) t. j. kostka (krychle), jejíž každá hrana jest decimetr dlouhá, tak že litr krychlový decimetr obnáší: *Litr* = 64,7093 \square^m = 0,707 mázův = téměř 3 žejdl.

Desetina, setina a tisícina litru zovou se pak opět *decilitr*, *centilitr* a *millilitr*, jakož i 10, 100 a 1000 litrův *dekalitr*, *hektolitr* a *kilolitr* slove.

9. Měřítka. Ku měření slouží měřítka, t. j. tyče dřevěné neb kovové, mající délku jisté míry a rozdělené v menší oddíly té míry. Nejčastěji užívá se měřítka 3' dlouhého a v palce a čárky rozděleného aneb měřítka 1 metr dlouhého a v decimetry, centimetry a millimetry rozděleného. Jsou-li nejmenší oddíly měřítka ku př. čárky, nelze jím měřiti délky menší než 1". Má-li se měřiti délka menší než 1", musí býti měřítko, v čárky rozdělené, opatřeno *drobnítkem*, t. j. měřítkem pobočným, jež po vynálezci svém Portugalci Nunhesovi též *nonius* se zove a k tomu slouží, abychom ještě i menší oddíly, ku př. desetiny čárky mohli jím správně měřiti. Měřítka drobnítkem opatřená nalézáme na některých přístrojích fysikalných, jako ku př. na tlakoměrech.

Měřítkem možno měřiti velikost jisté délky, plochy a objemu, jsou-li pravidelné, t. j. geometrické; je-li objem nepravidelný, stanoví se velikost jeho dle určitých zákonův fysikalných z váhy těla.

Délka a šířka plochy aneb těla, jejichž rozsáhlost jest tak nepatrná, že nelze jí měřítkem obyčejným stanovití, určuje se *drobnoměrem*, t. j. sítí přímek na skleněné desce diamantem stejně daleko od sebe vyrytých a kolmo se křižujících (obr. 4.). Rozdělíme-li takto 1 □''' v délce i šířce v 10, 20 neb 40 stejných dílkův, vzniknou čtveřečky, mající $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{400}$ neb $\frac{1}{1600}$ □''''. Položíme-li předmět na sít a pohledneme-li na něj drobnohledem (zvětšovacím sklem), můžeme spočítati kolik čtveřečkův pokrývá, z čehož pak rozměr předmětu lze určití.

Obr. 4.



Tloušťka (průměr) teninkého drátku, vlasu, vlákna a t. p. může se ustanovití, když navinuvše jej na váleček ztěsna k sobě délku všech závitův změříme a rozměr počtem závitův dělíme. Počítá-li se ku př. 24 závitův na 2''' , jest průměr drátku $\frac{2}{24} = \frac{1}{12}$ ''' = 1''''.

10. Neprostupnosť. Kde jest skříně, tam nemůže býti *toutéž* dobou stůl; skříně a stůl mohou býti pouze *vedlé sebe*, nikdy však nemohou zaujmáti *současně tentýž prostor*. Již pouhým hmatem přesvědčujeme se, že nelze, aby dvě rozličná těla současně týž prostor vyplňovala; ruka ohmatávající nějaký předmět, cítí *odpor*, poněvadž tělo ze prostoru, jež ruka zaujmouti hodlá, *samovolně neustupuje*. Vniká-li do prostoru tělem jedním zaujatého tělo druhé, vytlačuje se ze prostoru toho tělo, které dříve v něm bylo; zarážíme-li hřeb do dřeva neb do zdi, cítíme odpor částic, jež musí ustupovati ze prostoru, který hřeb zaujímá; narazí-li hřeb na tvrdý kámen, nepostupuje dále ku předu, nýbrž obne se; řezeme-li dřevo pilou, odpadávají piliny, t. j. částice dřeva z místa, které pila zaujímá.

Dáme-li do nádoby vodou částečně naplněné kámen, padá tento ke dnu, a voda stoupá výše v nádobě; byla-li nádoba zcela plná, vytéká z ní právě tolik vody, kolik vejde se jí do prostoru, jež kámen zaujme; podobně stoupá v nádobě, aneb z ní vytéká ocet, olej, mléko, rtuť a vůbec každá kapalina.

Obr. 5.

Ponoříme-li sklenici, otvorem dolů obrácenou, svísnu pod vodu, nevniká voda do ní, poněvadž vzduch z ní ucházeti nemůže, čehož důkazem, že sklenice na vnitřní stěně suchá zůstala, když jsme ji opět byli vytáhli, proto zůstává při téměř pokusu i pijavý papír, do sklenice vložený a ke dnu připevněný, zcela suchý; při podobném pokusu bude i korek na vodu vložený a sklenicí přiklopený (obr. 5.) pouze dole mokrým, kde vody se dotýkal, všude jinde zůstává zcela suchý.



Byla-li sklenice ponořena do kapaliny barevné, jest viděti patrně že kapalina do ní nestoupá. Ještě patrněji ukáže se, že voda do sklenice vniknouti nemůže, přiklopíme-li sklenicí hořící svíčku na úzkém prkénku upevněnou a stlačíme-li sklenici i s prkénkem pod vodu; ač vodě po stranách prkénka přístup do sklenice není zamezen, přece hoří

svíčka nějakou dobu a zhasne-li, neděje se to proto, že voda do sklenice vešla, nýbrž z té příčiny, že hořením strávil se veškerý kyslík ve vzduchu ve sklenici obsažený a ku hoření nevyhnutelně potřebný; čím větší nádoba, kterou svíčka jest přiklopena, tím více vzduchu a tudíž také tím více kyslíku obsahuje a tím déle hoří svíčka při tomto pokusu. Při všech těchto jmenovaných pokusech vnikne vždy něco málo vody do sklenice; stoupá-li však voda do jisté, ač neznačné výšky, do sklenice, neděje se z příčiny, že část vzduchu ze sklenice se vypudila, nýbrž proto, že vzduch se stlačuje a poněkud menší prostor zaujímá. Zarazíme-li do skleněného, dolé uzavřeného válce píst, který ku stěnám válce neprodyšně přiléhá, vnikne píst dosti hluboko do válce, ale nepodaří se nám, stlačití jej až ke dnu válce. Přiléhá-li nálevka tak těsně ku hrdlu láhve, že vzduch mezi stěnou nálevky a stěnou hrdla z láhve ucházeti nemůže, neteče do láhve kapalina, kterou jsme nálevku naplnili; vnikne-li přece něco málo kapaliny do láhve, jest příčinou toho, že část kapaliny oddělila se od celku v jednotlivých kapkách, kterým vzduch, v bublinách z láhve unikaje, do láhve přístupu dopřává.

Hmota každého těla vyplňuje prostor tak, že *současně* hmota těla jiného ve prostoru tom býti nemůže; tato všeobecná vlastnost těles jmenuje se *neprostupnost*.

Nabíráme-li do nádoby vody, uniká vzduch z nádoby, což pozorujeme na bublinách vzduchových, vodou vzhůru stoupajících. — Do nádobek s hrdlem velmi úzkým nelze kapaliny nalíti, neboť uzavře hned první kapka otvor nádobky tak, že vzduch z ní ucházeti nemůže. — Kadluby na litinu (roztopený, kapa'ný kov) musí míti kromě otvoru, jímž litina do nich se vlévá, ještě jiný otvor, kterým vzduch z nich vychází. — Močály vysuší se, navezeme-li do nich kamení. — Chrámův, škol a divadel netřeba provětrávati, poněvadž každý vcházející puď vzduch ze prostoru, jež tělem svým zaujímá, odcházejí pak ponechává prostor ten prázdný, tak že může vniknouti do něho z venku vzduch čerstvý. — V neprostupnosti těles zakládá se úprava *zvonu potápěčho*, který byl již starým Řekům známý, neboť zmiňuje se o něm řecký spisovatel *Aristoteles*. Roku 1588 ponořili se dva Řekové u přítomnosti Karla V. a mnoha diváků v Toledě ve velikém kotli, dnem vzhůru obráceném, s hofíci svíčkou pod vodu a pobývše tam nějakou dobu objevili se divákům opět, aniž by svíčka byla shasla. Potápěcí zvon, jehož užívá se zvláště při stavbách pod vodou, při vyhledávání nákladu utonulých lodí na dně mořském a vytahování ho na lodi, jakož i při lovu perlovic a korálů, musí býti upraven tak, aby potápěcí měli pod vodou vždy dostatek čerstvého vzduchu, ku dýchání, jakož i světla, ku práci potřebného. Proto bývá upraven zvon tak, jak jej obr. 6. znázorňuje. Železná nádoba, dole otevřená, obyčejně asi 6' vysoká a dole asi 6' široká, nahoře poněkud užší, ostatně k rozličným účelům rozměrá rozličných, má ve svrchní stěně několik otvorů, do nichž jsou ztmeleny skleněné, přiměřené silně desky, kterými světlo do nádoby vchází; trubici, jedním koncem do otvoru ve svrchní stěně zvonu uprostřed

neprodyšně zasazenou a druhým koncem až na břeh neb na loď dosahující, tlačí se shora do zvonu ustavičně a úsilně čerstvý vzduch potápěčům ku dýchání potřebný, kterýmž vzduch kyslíku pozbavený jakož i plyny a páry dýcháním zplozené kolem pokrajů dolejšího otvoru ze zvonu do vody se vypuzují. Na stěnách zvonu jsou, jak patrně z obrázce (na kterém přední stěna zvonu částečně vynechána), uvnitř připevněny lavice, na něž potápěči náradí ku práci potřebné kladou a na nichž sedí, když zvon do vody se ponořuje. Zvon spouští se na řetězích; má-li hlouběji se spustiti neb výše vytáhnouti, dává potápěč, kladivem na zvon narážej, určitá znamení, kteráž jest až na loď slyšeti, poněvadž řetěz přivádí tam zvuk, nárazem způsobený. — V době

Obr. 6.



novější užívají potápěči na místě zvonu úplného oděvu kaučukového neb gutaperčového, spojeného s kovovou přílbou, kteráž celou hlavu objímá a naproti očím dvěma zasklenými otvory opatřena jest (obr. 6., a); trubicí, jedním koncem v otvoru přílby neprodyšně zasazenou a druhým koncem na loď neb na břeh dosahující, tlačí se do přílby čerstvý vzduch; vzduch kyslíku pozbavený s plyny a parami, jež dýcháním byly vznikly, jakož i nadbytečné množství čerstvého vzduchu do přílby vtlačeného unikají kolem přílby u krku aneb, přiléhá-li tato neprodyšně k oděvu, zvláště z vnitřku ven se otvírající záklopkou ze přílby do vody. V roce 1863 byly oděvy a přílby takové upraveny přiměřeným způsobem i pro hasiče.

11. Setrvačnost. Poskočí-li kůň s jezdcem ku předu, nakloní se jezdec na zad, taktéž kloníme se do zadu, potrhnou-li koně vůz,

v němž sedíme, prudce v před; zastavíme-li se v běhu náhle, padáme ku předu; jezdec nachyluje se ku předu, zastaví-li se kůň pod ním; při rychlé jízdě padá jezdec mnohdy koni přes hlavu, když tento náhle běh svůj zarazí; když loď na břeh narazí, kloní se plavci ku předu, podobně padá tělo naše ku předu, když vůz, na němž jedeme, náhle se zastaví; mlýnské kolo neotáčí se hned v tom okamžiku, kdy voda na lopatky narážeti počíná, otáčí se však ještě nějakou dobu, když voda na lopatky narážeti již přestala; vlak jede ještě dosti daleko, když pára již působiti přestala.

Tělesa, jsoucí v *klidu*, snaží se *setrvati v klidu* a setrvávají v něm, pokud nebyla přinucena, se pohybovati; *pohybuje-li se* tělo, nemůže samo sebou ni směru ni rychlosti svého pohybu změnit, nýbrž *setrvává v pohybu*, pokud nebylo přinuceno v něm ustáti.

Vlastnost těles, setrvati v klidu i v pohybu, vůbec tedy ve stavu, ve kterém právě jsou, zove se *setrvačnost*.

Koule v tentýž pohyb přivedená, pohybuje se na uhlazeném prkně mnohem déle, než na písku; železničný vůz dojede na hladkých kolejích železných dále než obyčejný vůz na silnici, jemuž byla táž rychlost pohybu sdělena; na též ploše pohybuje se koule déle, než válec stejné těžký a tontéž silou ku pohybu puzený; železná koule setrvává déle v pohybu než dřevěná stejné veliká a stejnou silou pohybovaná; koule vystřelená dále doletí, než rukou vržená, a vržená tím dále, čím prudčeji byla vržena; z děla možno dále střílet než z ručnice.

Pohybuje-li se jedno tělo na druhém, vnikají vyvýšeniny jednoho do hlubin druhého, čímž vzniká *tření*, kteréž pohybu překáží, umenšujíc rychlost pohybu čím dále tím více, až konečně pohyb zcela přestává. *Tíže*, t. j. silou, kterou země veškerá tělesa do svého středu táhne, mění se též často směr i rychlost pohybu, z čehož patrné, že i tíže jest překážkou setrvačnosti v pohybu. Mimo to musí tělo, pohybujíc se, ze prostoru, jež zaujímá, vytlačovati neprostupný vzduch, který jsa též setrvačný, pohybu těla *odporuje*. Těmito překážkami ruší se setrvačnost pohybu a poněvadž na zemi není pohybu bez těchto překážek, nelze též setrvačnosti v pohybu na žádném těle na zemi pozorovati. *Čím menší jest tření, tím déle setrvává tělo v pohybu*; nutno tudíž souditi, že trval by pohyb neustále, když by nebylo naprosto žádných překážek. Oběžnice, jež pohybují se ve prostoru, kde překážek není, jeví zcela patrně *setrvačnost v pohybu*. Poněvadž jest každá hmotná částice těla *setrvačná, jest setrvačnost tím větší, čím větší jest hmotnost těla. Čím větší jest síla, kterou tělo v pohyb přichází, tím snáze překonává překážky v pohybu a tím větší jest tudíž i setrvačnost těla*.

Otáčíme-li *rychle* kotouč vodorovný, kolem kolmé osy, pohybuje se koule, kolem též osy i kolem své vlastní osy otáčivá a na kotouč přiléhající, s počátku protivným směrem, později teprv týmž směrem jako kotouč; zarazí-li se kotouč prudce v běhu, otáčí se koule ještě

nějakou dobu dále a sice tím déle, čím rychleji i s kotoučem se pohybovala; otáčí-li se kotouč pozvolna, obíhá koule s kotoučem ihned v témž směru. Srazíme-li prudce kartu (obr. 7.), která pokrývá otvor láhve, spadne do láhve peníz, ležící na kartě nad otvorem láhve; posouváme-li kartu jen poněmž dále, posouvá se s ní i peníz, zůstává na kartě ležeti. Tyčinku ze suchého dříví, na obou koncích na žínkách zavěšenou, můžeme, prudce na ni udeřivše, uprostřed přeraziti, aniž by žíně se přetrhly, udeříme-li ji pozvolna, prohne se tyčinka u prostřed a žíně se přetrhnou. — Tenkou nití možno poněmž i dosti těžký předmět, k němuž nit připevníme, s místa posouvnouti, aniž by nit se přetrhla, potrháme-li nití prudce, přetrhne se a předmět sebou ani nepohne. Hodíme-li kulkou do skleněné tabule v okně, rozbije se celá, střelíme-li toutéž kulkou do tabule, prostřelí se pouze tak veliký otvor, jakého kulka vyžaduje, aby tabuľí proniknouti mohla.

Obr. 7.



Jsou-li těla vespolek spojena, přicházejí z pohybu v stejný klid, jakož i z klidu v tentýž pohyb jen *poněmž*; přestane-li jedno *náhle* se pohybovati, zůstává druhé účinkem setrvačnosti ještě v pohybu, taktéž snaží se, když jedno pohyb svůj *prudce* započíná, druhé v klidu ještě setrvati. Podobně přecházejí i částice téhož těla jen poněmž všechny v tentýž klid neb pohyb; je-li jedna část těla přinucena, v pohybu *rázem* ustáti, pohybují se ostatní setrvačností ještě dále, aneb aspoň jeví snahu dále se pohybovati; přivádíme-li *náhle* jednu část těla v pohyb, setrvávají aneb chtějí setrvati ostatní části v klidu, čímž stává se mnohdy, že část v pohyb uvedená od celku se odděluje.

Ku pohybu vozu s těžkým nákladem potřebí veliké síly jen s počátku, když vůz z klidu v pohyb se převádí; je-li vůz již v pohybu, potřebí síly mnohem menší, totiž jen tolik, což postačuje ku překonání překážek, jež setrvačností v pohybu odporují. — Trhnou-li koně prudce vozem, na němž jest veliký náklad, nepohne sebou vůz s místa, ale postranní řemeny, jimiž koně vůz táhnou, přetrhnou se, ač jsou dosti silné. Kdyby u vlaku železničního některý vůz z jakékoliv příčiny náhle v jízdě se zastavil, vrazil by vůz za ním následující prudce do něho a srážka obou těchto jakož i každého následujícího vozu s předcházejícím trvá tak dlouho, až setrvačnosť v pohybu překážkou se překoná; poslední vůz vlaku, v běhu prudce zastavený, může býti od celého vlaku oddělen setrvačností vozů předních, které dále ku předu spěchají; ze setrvačnosti plynou tudíž zkázonosné následky ze sražení se dvou vlaků vznikající, jež jsou ovšem mnohem zhoubnější, když

vlaky proti sobě jedou. — Zastavíme-li při stroji, v němž mnoho koleček vespolek tak jest spojeno, že když jedno se pohybuje, i ostatní pohybovati se musí, jen jedno kolečko v pohybu, jest nebezpečí, že celý stroj se poláme. — Udeří-li kovář železnou tyčí prudce do kovadliny, ohne se část tyče, kovadlinu přesahující, dolů aneb se ulomí, je-li železo křehké; neboť setrvává část tato v pohybu, kdežto kovadlina a ruka kovářova ostatním částím tyče pohybovati se nedopouští; takovým způsobem zkouší se železo, není-li příliš křehké. — Vyklepávání oděvu, setřásání sněhu a prachu s oděvu, setřásání ovoce se stromův, vrhání malty na zeď lžící zednickou, vystřikování inkoustu z péra, kropení štětkou ve vodě smočenou a mnoho jiných podobných výjevův lze ze setrvačnosti snadně vyložiti. — Topůrko vniká do sekery, když na topůrko kladivem bijeme. — Kůň, dostihnoucí cíle při jízdě o závod, běží často daleko za cíl, nemoha se zastaviti; aby vlak nejel za stanici, musí pára mnohem dříve se vypustiti, než vlak na stanici dojíždí a pak ještě nutno třením setrvačnost vozův v běhu zrušiti a je takto přiměti k tomu, by státi zůstaly. — Chceme-li příkop přeskočiti, rozbíháme se; skočíme-li s vozu rychle jedoucího, upadneme, poněvadž tělo snaží se v pohybu ku předu setrvati, v čemž nohy o zemi se opírající mu překážejí. — Na železných kolejích, na kterých tření jest malé, možno pohybovati vůz mnohem menší silou, než na cestě obyčejné; kovkopové vyvázejí na vozíku na železných kolejích jedoucím z bání takové množství rud, uhlí a jiných nerostův, že by na obyčejné silnici vozíkem ani pohnouti nemohli; jediný kůň utáhne na takových kolejích náklad, k jehož pohybu na silnici mnoho koní by bylo potřebí; z toho patrně, jak velikých výhod železnice poskytují. — Týmž způsobem lze vyložiti i snadné a rychlé klouzání se na hladkém ledě. — Při strojích párních slouží veliké a velmi těžké kolo železné, tak zvaný *hon* k tomu, aby setrvačností svou veškeré části stroje v pohybu vždy stejně rychlém udržovalo; podobná, ovšem menší a lehčí kola nalezáme též u přeslic, soustruhů, šicích strojů atd. — Zedník roztlouká kladivem kámen i cihlu, maje je v ruce, aniž by ruka rány ucítila, neboť rozpadá se kámen i cihla dříve, než pohyb všem částicím jejich byl se sdělil. — Skály trhají se tím způsobem, že do skály se vydlabe hluboká jamka, do které na dno střelný prach se nasype, ostatek pak jamky drobným a suchým pískem se vyplní. Zapálíme-li prach roztrhne se skála, poněvadž písek, jsa setrvačný a ze samých drobných částic složený, nemůže dosti rychle ustoupiti plynům ze prachu vzniknuvším a velmi úsilně se rozpínajícím. — Proč dětské hračky *vlk*, *přeslička* a *čamrhoun* tak dlouho v pohybu zůstávají, možno z předcházejícího snadně vyložiti.

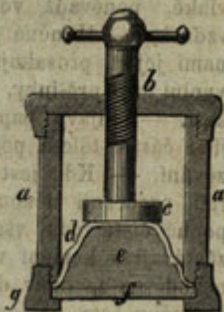
12. Průlinčitost. Na houbě mořské, korku, bezové duši, rákosu, střídé chlebové, pemze, dřevě a některých jiných tělesech viděti zcela patrně mezery č. *průlinky*, kterýchž hmota těchto jmenovaných těles nevyplňuje a jež pak vzduch, mnohdy i voda a tudíž hmota jiných těl zaujímá.

Zvětšovacím sklem (drobnohledem) viděti průlinky v lidské i živočišné kůži, v listech rostlinných atd.

Na mnohých tělesech nelze průlinek pozorovati ani drobnohledem, přece však nutno souditi, že i tato tělesa průlinky mají. Roku 1661 chtěli učenci ve Florencii přesvědčiti se, zdaž vodu možno stlačití. Když pak, naplnivše dutou zlatou kouli vodou, vodu úsilně pístem stlačovali, zarosila se koule na povrchu vodou, průlinkami zlata protlačěnou. — Zahříváme-li vodu, vystupují z ní bubliny, jež nejsou nic jiného leč vzduch, v průlinkách vody obsažený. — Vložíme-li rákosku jedním koncem do vody a druhým koncem do úst a foukáme-li silně do rákosky vzduch, vystupují z vody bublinky vzduchu, který průlinkami rákosky až do vody a odtud opět průlinkami vody do vzduchu vnějšího postupuje. — Hodíme-li kousek křídý neb cukru do vody, stoupají ve vodě bubliny vzduchu, jež byly v průlinkách křídý neb cukru obsaženy a vodou, do průlinek se vtačující, vypuzeny. — Zůstane-li dřevo neb kámen déle ve vodě, jsou těžší než dříve; toho nelze vyložiti jinak leč tím, že voda, vypudivší z průlinek lehčí vzduch, dříve v nich obsažený, sama v nich se osadila.

Lisem, jež znázorňuje obr. 8. můžeme rtuť skrze průlinky dřeva protlačiti. V dřevěném válci *a* stlačuje se šroubem *b* píst *c* na kožený neb guttaperčový vak *d*, čímž protlačuje se rtuť *e* průlinkami dřevěného kotoučku *f*, tak že v drobných kapkách jako dešť z nich padá. Kotouček *f* jest šroubem *g* k vaku se rtuť ztěsna přitlačen, aby rtuť nemohla jinudy uniknouti, leč průlinkami kotoučku.

Obr. 8.



Hmota těles nevyplňuje celého prostoru, jež tělesa zaujímají; mezi částicemi hmoty zůstávají mezery č. *průlinky*, které mohou zaujímati hmotné částičky těles jiných; tato vlastnost těles slove *průlinčitost*; poněvadž průlinky ve hmotě i *póry* se jmenují, zove se průlinčitost jinak též *pórovatost*.

Ze průlinčitosti těles možno vyložiti mnohé výjevy, v průlinčitosti zakládají se též mnohé výkony. V jeskyních prosakuje voda průlinkami i těch nejhutnějších kamenů. — Stěnami párních kotlů železných uniká pára a v nejjemnějších kapkách i voda. — V průlinkách vína, piva a kyselek obsaženo mnoho kyseliny uhlíčitě, kteráž z nich prchá, jakmile do otevřených nádob je naléváme, z čehož šumění i pění kapalin těch snadně si vyložíme. — Pot nemohl by z těla lidského a zvířecího vystupovati, kdyby kůže průlinek neměla; poněvadž vyměšování potu ku zdaru živočichův jest nevyhnutelně potřebné, omezení člověk i zvíře, když průlinky kůže z příčin jakýchkoliv se zacpou; masti a jiné vnější léky, jimiž tělo potíráme, jakož i lázně zůstaly by bez účinkův, kdyby nemohly průlinkami kůže do těla vnikati. — Rost-

liny vyměšují některé látky do vzduchu, jiné pak ze vzduchu přijímají průlinkami listův, kteréž co ústroje dýchací jim slouží. — Ryby a ostatní živočichové vodní potřebují ku dýchání vzduchu, v průlinkách vody obsaženého; zamrzne-li voda, tak že čerstvý, ku dýchání spůsobilý vzduch přístupu k ní nemá, musí živočichové v ní brzy zahynouti; tomu zabraňují rybáři, prosekávající místem led, aby voda s čerstvým vzduchem se stýkala. — Smícháme-li žejdlík vody a žejdlík líhu, nebude smíšeniny dva žejdlíky, neboť vnikne část jedné kapaliny do průlinek druhé; můžeme se o tom i jinak přesvědčiti, nalijeme-li do láhve asi do polou vody a doplníme-li pak ostatní barevným lihem, ale tak pozorně, aby líh s vodou se nesmísel a nad ní zůstal; když pak zcela plnou láhev zátkou uzavřeme a převrátíme, aby voda s lihem se smísila, nebude láhev již zcela plnou. — Dáme-li do vody kousek železa, vystoupí voda v nádobě výše, byvši vytlačena ze prostoru, jež železo zaujímá; dáme-li do též vody kousek cukru, tak veliký, jako bylo železo, nevystoupí voda tak vysoko, neboť cukr ve vodě se roztéká a částechky jeho rozdělují se v průlinkách vody. — Uhlí zůstává i v popeli dlouho žhavé, což důkazem, že průlinky popele vzduchu k uhlí přístupu dopřávají. Vložíme-li neprohledný *hydrofan* (t. j. odrůda opálu) do vody, vnikne voda do průlinek jeho a hydrofan jest pak prohledný; podobně stává se prosvitavým papír, naplněný olejem. — Stavební kámen i dříví obsahují, pokud jsou zcela čerstvé, v průlinkách svých mnoho vody, proto necháváme je dříve vysychati, než jich ku stavbě užíváme. Suchý kámen a suché dříví jsou mnohem lehčí než vlhké, poněvadž vodu dřívě v průlinkách obsaženou nahradil lehčí vzduch. — Hliněné nádoby jsou velmi průlinčité, tak že kapaliny stěnami jejich prosakují, proto musí se nádoby takové polévati; poleva vyplní totiž průlinky, tak že kapalině zabráněno, stěnami z nádoby unikati. — Pijavý papír propouští průlinkami kapalinu, nepropouští však jimi částic tělesa pevného, proto užívá se papíru takového ku proce-zování. — Kde jest nedostatek čisté vody k pití, jako ku př. v Paříži, procezuji říčnou vodu kamením; průlinkami kamení prochází pak pouhá čistá voda, všeliké jí dřívě přimíšené látky, jimiž byla znečištěna, zůstávají v kamení vězeti. — Kůže živočišná, jsouc velmi průlinčítá, nehodí se za obuv dřívě, než byla vydělána, vydělávání jí záleží pak hlavně v tom, že louh tříslový vnikaje do kůže, ji svráštjuje a hustou a téměř nepromokavou činí; čím lépe jest tedy kůže vydělána, tím více byly průlinky její zmenšeny a tím jest nepromokavější. — Chceme-li dřevo před hnilobou zachrániti, natíráme je dehtem, který do průlinek jeho vniká, je vyplňuje a vodě přístup do nich zabraňuje; mnohdy napouští se dřevo (jako ku př. práhy kolejí železničných, tyče, na kterých upevňují se dráty telegrafní a j.) roztokem soli, kteráž nedopouští, aby vlhkem zkázu vzalo. — Trubky z vypálené hlíny mají stěny značně průlinčité, užívá se jich ku vysušování polí a luk s prospěchem mnohem větším, než obyčejných příkopů, neboť odtéká v příkopě s vodou spolu i plodná prst a příkop brzy se zanese, kdežto průlinkami trubek pouze voda do vnitř prosakuje a trubkou odtéká. — Dřevo, papír,

tkaniny ano i kameny napouštějí se barvami, které, prostupující průlinkami jejich, celé je pronikají. — Smočíme-li vejce do vápenné vody neb do roztaveného vosku, vyplní se průlinky ve skořápce vápnem neb voskem, tak že vzduch do vnitř vniknouti nemůže a vejce takto dlouho před zkázou se zachraňuje. — Porcelán a sklo mají průlinky tak malé, že ani kapaliny ani plyny a páry jimi procházeti nemohou, proto chovají se kapaliny v nádobách porcelánových lépe než v hliněných a skleněné nádoby slouží hlavně fysikům a chemikům k uzavírání plynův a par. — Zkamenělé živočichy a zkamenělé rostliny pronikla zcela látka nerostná, prostoupivší průlinkami jejich. — Dešťová voda procezuje se v zemi látkami nerostnými a prosakující vrstvu po vrstvě nashromáždí se konečně v dutinách, odkudž co pramen se prýští.

16. Roztaživosť. Upevníme-li strunu, drát neb provaz, dřevěnou neb kovovou tyč jedním koncem a zavěsíme-li na druhý konec jejich dosti těžké závaží, tož objeví se tato tělesa delší a tenčí než byla dříve, ale délky přibylo jim větší měrou než tloušťky ubylo. Sukno a jiné tkaniny možuo v délce i v šířce roztahovati i pozorujeme taktéž, že přibývá jim délky a šířky větší měrou než tloušťky ubývá. Snáze ještě podaří se vytáhnouti blánu z měchýře neb kaučuku a guttaperče tak, že značně přibývá jim délky i šířky. Vložíme-li suché dřevo neb suchou hlínu aneb sádro na nějaký čas do vody, vniká voda tak úsilně do průlinek jejich, že průlinky se zvětší, čímž objemu těles těch ve všech třech směrech (v délce výšce i šířce) přibývá.

Kovová koule obr. 9. znázorněná má poněkud menší průměr než kroužek pod ní se nalézající, tak že jtm do pohárku propadává. Zahříváme-li však kouli nějakou dobu, zůstává v kroužku vězeti, pokud jest teplejší než kroužek. Zahřátím přibylo tudíž kouli objemu.

Naplníme-li láhvičku z tenkého skla (obr. 10.) vodou neb líhem, uzavřeme-li ji zátkou a prostrčíme-li otvorem u prostřed zátky skleněnou trubici do láhvičky, tož uvidíme, že zahříváním voda neb líh ve trubici čím dále tím výše stoupá, až konečně z ní i vytéká. Jsou-li voda neb líh zbarveny, možno stoupání jich ve trubici tím lépe pozorovati. Zavěsíme-li měchýř, jen částečně vzduchem naplněný a neprodyšně uzavřený ku kamnům, zvětšuje se objem vzduchu teplem tak značně, že měchýř silně se nadýmá ano konečně snad až praskne.

Obr. 9.



Obr. 10.



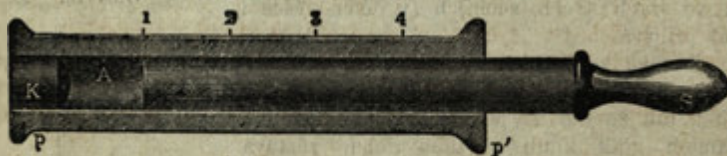
Objem každého těla možno buď nějakou silou buď teplem zvětšiti č. *roztáhnouti*, jestliť tudíž *roztlačivost* vlastností všem tělesům přináležející.

Roztlačivosti těles teplem užívá se v životě obecném k účelům rozmanitým a zhusta dlužno k ní přiblížeti. Tak ku př. zahříváme hrdlo láhve, abychom mohli zátku těsně v něm vězíci snáze vytáhnouti.

Některá tělesa, byvše zahřáta, zmenšují svůj objem, z čehož by mohlo souditi se, že stává výjimka všeobecného pravidla, dle kteréhož tělesa teplem se roztahují. Výjimka tato jest však pouze zdánlivá, neboť smršťuje-li se ku př. dřevo teplem, jest příčina toho, že teplem vypuzuje se z průlinek dřeva voda, která dříve v nich se nalézala, pročež pak průlinky se zmenšují, částice dřeva k sobě se přibližují a menší objem zaujímají. Také hlína se smršťuje účinkem tepla, dílem proto, že teplem z průlinek jejích rozličné látky vypuzeny bývají, dílem proto, že účinkem tepla součástky hlíny chemicky vespolek úzeji se slučují.

17. Stlačitelnost. Houbu mořskou můžeme rukama stlačiti tak, že jen šestinu, a silnějším tlakem pouze desetinu původního objemu zaujímá; vosk, máslo, hlínu a jiná tělesa můžeme taktéž snadně rukou stlačovati. Vázaná kniha, kterou knihař lisem byl stlačil, má vždy menší objem než měla dříve, pokud nebyla stlačena. Dotkne-li se koule ze slonoviny mramorové desky, koptem počerněné, uvidíme na kouli v tom místě, kde desky se dotkla, malou černou tupku; spadne-li koule s větší výšky na desku, uzříme na kouli mnohem větší

Obr. 11.



okrouhlou skvrnu, z čehož patrné, že koule se stlačila. Měchýř vzduchem naplněný můžeme smáčknoti. Vzduch ve trubici pp' (obr. 11.) zátkou K na jednom konci uzavřená, možno pístem stlačiti tak, že pouze prostor A , t. j. pětinu původního objemu svého zaujímá; vtlačíme-li píst ještě hlouběji do trubice, vyrazí vzduch zátka K a část jeho unikne ze trubice ven (dětská bouchačka). Vodě, líhu, rtuti a jiným kapalinám ubývá objemu, byly-li dosti značně ochlazeny.

Tlakem aneb ochlazením nabývá každé tělo menšího objemu, každé tělo jest tudíž *stlačitelné*.

Stlačitelnost vody, líhu a kapalin vůbec jest velmi nepatrná; neboť zmenšuje se i největší silou objem jejich tak nepatrně, že toho nelze téměř pozorovati, pročež kapaliny takřka za nestlačí-

telné se pokládají; ochlazením ubývá však kapalinám objemu patrně, z čehož následuje, že nejsou naprosto nestlačitelné.

Ve stlačitelnosti těles zakládá se vytlačování šťáv z kořenů, listů a jiných částí rostlin, lisování olejů ze semen, dobývání šťavy cukrové ze třtiny cukrové a z řepy cukrovky. — Kováním nabývají kovy menšího objemu, což patrně již ze stopy, kterou kladivo po každém udeření na kov zůstává. — Pečeť nemohla by vytlačit se ve vosku, kdyby byl vosk nestlačitelným. — Peníze hotoví se tím způsobem, že kovové kotoučky mezi dvěma razídky, do nichž líc a rub peníze jest vyryt, silně se stlačují. — Kovář upevňuje na kola železné pásy, pokud jsou horké; když pás vychladne, smrští se a udržuje takto části kola silněji pohromadě. — Litina nabývá ochlazením objemu menšího, proto musí býti kadluby, do kterých litina se nalévá, poněkud větší než předměty, jež chceme ulíti. — Dřevěným sloupům, na kterých těžká břemena spočívají, přibývá sice tloušťky, ale mnohem méně, než jim ubývá výšky. — Poněvadž jsou i kameny a cihly stlačitelné, nutno též při stavbách ku stlačitelnosti přihlížeti.

18. Dělitelnost. Kus dřeva můžeme v menší díly rozlámati neb rozřezati a každý díl můžeme opět a opět v kousky ještě menší dělit, až konečně povstanou velmi drobné tříščky neb piliny; kus cukru dá se v menší kusy roztlouci a ty možno pak v moždíři paličkou rozdroliti a konečně v jemný prášek rozetřít; ze žejdlíka vody možno ohromné množství kapek nadělati.

Každé tělo možno v menší a opět menší částice *dělit*, jestli tudíž *dělitelnost* všeobecnou vlastností těles.

Uderíme-li kladívkem na vyhraněný vápenec, rozbije se v kousky, kteréž mají tvar pravidelný, t. j. tvar klence; leštěnec olovený rozpadá se podobným způsobem v pravidelné kostky (krychle); ze sádrovce a slídy můžeme naštipati velmi tenkých lístkův s plochami zcela rovnými, hladkými a lesklými, jestliže nůž aneb tenké, ostré dlátko určitým a vždy týmž směrem na ně přiložíme a na ně uderíme.

Mnohé nerosty můžeme v určitých směrech v části tvaru zcela pravidelného rozdělovati č. *štipati*, odkudž tato dělitelnost nerostův i *štěpnost* se zove.

Jeden grán (240tý díl lotu) *pižma* působuje ve světnici po 20 let zápach, byť i světnice každodenně se provětrávala, t. j. čerstvým vzduchem se naplňovala. Poněvadž jest pižmo ve světnici všude cítiti, obsahuje v sobě všecken vzduch ve světnici nesmírně malinké částičky pižma, kteréž vnikajíce se vzduchem, jež vdechujeme, do nosu, nerv čichový podráždí a zápach působí. Podobně jako pižmo rozprchávají se všechna *voniva* v nesmírně veliký počet nekonečně malinkých částíček, jež pouze čichem pojmáme, jichž však nižádným jiným čidlem pojmouti nemůžeme. — Jedním gránem *karmínu* možno 20 liber (asi 8 mázd) vody na červeno obarviti a tou několik set archů papíru po obou stranách červeně pomalovati, z čehož patrně, jak malinké musí

býti částičky karmínu, když tak velikou plochu pokrývají; i jiná barviva rozdělují se jako karmín velmi dokonale v částičky nesmírně malé, zraku však postřizitelné. — Zlato a stříbro zůstávají na zkušebném kameně*) částičky tak jemné, že jich hmatem postihnouti nelze. Oba tyto, jakož i jiné kovy dají se rozetřiti na prášek velmi jemný, jímž předměty na povrchu se povlékají. — Ocel a drahokamy jsou smyrkem**) neb diamantovým prachem na povrchu svém rozbrázděny, a nejeví na lesklých a uhlazených plochách svých prostému oku žádných rýh, odkudž patrno, že částičky smyrku i diamantu jsou velmi jemné, když ocel i drahokamy tak nepatrně rozrývají, že toho ani viděti nelze. — Krev lidská a živočišná objevuje se pod drobnohledem složená z kuliček, z nichž nejmenší $\frac{1}{875}$ '' největší pouze $\frac{1}{312}$ '' průměru mají. — Vlákna kokonová, z nichž hečbávné nitě se spřádají, mají pouze $\frac{1}{250}$ '' průměru, tak že tedy 250 vláken takových těsně vedle sebe položených teprv 1'' zšíří zaujme, a přece jeví se ještě každé takové vlákno z částic složené. — V jediné kapce vody spatřujeme drobnohledem nescíslné množství pramalinkých živočichův (nálevníkův) čile se pohybujících, se smršťujících a opět se roztahujících, jichž tělo skládá se z ústrojův zaživacích i z ústrojův ku pohybu sloužících. — Soli roztékají se ve vodě v částice tak jemné, že od částic vody jich rozeznati nemožno; z chuti a mnohdy i barvy vody nutno však souditi, že i v nejmenší kapce roztoku částičky soli jsou obsaženy. — Částice kapalin jsou tak malé, že jich žádným čidlem pojmonti nemůžeme, povrch kapaliny jeví se z té příčiny vždy zcela rovný a hladký. Vypařují-li se kapaliny, unikají z nádoby do vzduchu v bublinkách tak malinkých, že jich viděti nelze. — Prach ve vzduchu se vznášející objevuje se pod drobnohledem složen z pramalinkých částiček bytostí ústrojných (živočichů a rostlin) i neústrojných (nerostův), kteréž nemožno by ve vzduchu plovati, kdyby nebyly nesmírně malé a tudíž nesmírně lehké. — Kostíkem možno nakresliti na zdi mnoho čar, aniž by kostíku patrně ubylo, a přece každá z těch čar ve tmě světélkuje, z čehož patrno, že z drobných částiček kostíku se skládá. — Z jedné libry bavlny možno upřísti nit 40 mil dlouhou; jak malinké jsou tudíž částičky, jež nit tu skládají! Indiani tkají musselin (řidkou tenkou tkaninu bavlněnou) tak tenký, že 30 loket smětná se ho v tabacence, a přece možno ještě každé jednotlivé vlákno té tkaniny ve veliký počet částic rozdělití. — Fraunhofer vyryl strojem rozdělovacím na skleněné desce 1'' dlouhé 32 000 rovnoběžných čar! — Pes poznává bystrým čichem svého pána, ač nesmírně malinké částičky z výparu pánova na cestě zůstávají.

*) Kámen tento lydit neb kámen lydickej, u zlatníků pak kámen prábírskej nazývany, jest zcela černá, nezjevně bridlicovitá odrůda bulžniku, který jest odrůdou celistvého křemene.

**) Smyrek obecně šmirgl zvaný jest jemnozrná odrůda korundu obecného.

Rozdělujeme-li tělo nějakým náčiním (nožem, pilkou, kladivem, paličkou v mozdříi atd.), končí se dělení, když částičky již tak jsou malé, že dále jich dělití nelze; můžeme však mysliti sobě, že i malinké posledním dělením vzniklé částičky nechaly by se dále ještě dělití, kdyby náčiní, jakož i zrak a hmat náš byly zcela dokonalé — vůbec možno si *mysliti*, že by pak dělení ani nemělo žádného konce.

Přičí se však rozumu lidskému, domnívati se, že dělitelnost těles jest *nekonečná*, pročež myslí fysikové, že ustavičným *mechanickým* (pomocí náčiní nějakého konaným) dělením částic, čím dále tím menších, nabyli bychom konečně částíček *základních* č. *prvotních*, tak zvaných *molekulův*, kteréž jsou mechanicky nedělitelny a jichž smyslům pojmutí nelze, poněvadž jsou nesmírně malé.

Rumělka jest složena ze síry a rtuti a chemie učí, kterak z obou těchto hmot rumělka se skládá i kterak v obě tyto hmoty ji možno rozkládati. Síra a rtuť jsou však v rumělce tak úzce spolu spojeny, že v ní ani tím nejlepším drobnobledem a vůbec nijak částíček síry od částíček rtuti rozeznati nemůžeme. Nutno tudíž souditi, že každý molekul rumělky složen jest ze síry a rtuti a že dá se v tyto své součástky rozdělití.

Molekuly těles chemicky složených možno chemicky ještě v jich součástky — *prvky* č. *atómy* rozdělití, kteréž jsou pak již naprosto nedělitelny. Molekuly těla chemicky jednoduchého jsou ovšem spolu i prvky, poněvadž jich chemicky dělití nemožno.

Fysikové a lučebníci potřebují ku rozličným účelům nádob rozdělených ve stejné díly určitého objemu, ku př. v krychlové palce neb čárky, aneb v krychlové centimetry atd.; lékárníci mají porcelánové nádoby, jež *mensurami* (mírami) se nazývají, rozdělené tak, že povrch vody až k určitému oddílu příčnou čárkou na vnitřní stěně naznačenému dosahuje, když se jí jistá váha do nádoby nalije; mensurou stává se tudíž odvažování vody zbytečným.

Má-li se nádoba rozdělití ve stejné díly objemu určitého, ku př. v krychlové centimetry, vypočte se nejprvé, mnoho li váží krychl centim. rtuti, načež se vždy právě tolik rtuti odváží, do nádoby přilévá a povrch její po každém přilítí na stěně nádoby čárkou naznačuje. — Má-li se rozdělití nádoba v oddíly stejné velikosti, ale počtu a objemu jakéhokoliv, postačí, když z tétož vždy plně nádoby vody neb rtuti do nádoby přiléváme a povrch kapaliny na stěnách nádoby po každém přilítí naznačujeme; jednotlivé oddíly nádoby mají pak ovšem tak veliký objem jako nádobka, ze které jsme kapalinu nalávali. — Je-li potřebí rozdělití nádobu v jistý určitý počet stejných dílův celého objemu jejího váží se rtuť neb voda, která celou nádobu naplňuje, načež vždy tolikátá část váhy veškeré kapaliny do nádoby se přilévá, v kolik dílův nádoba rozdělití se měla. — Má-li nádoba stěny kolmé a tudíž vnitřní průměr všude stejný, stoupá v ní tož možství kapaliny vždy o stejně mnoho výše, i možno pak jednotlivé oddíly na stěnách nádoby jednodušeji naznačiti pohybem odměřením výšky jednoho oddílu a přenášením ho na stěnu nádoby. — Rozděluje-li se nádoba dle určité váhy nějaké kapaliny, ku př. vody, odváží se tolik vody, což potřebí a nalévá se do nádoby kdež pak při povrchu vody vždy příčnou čarou a číslicí k ní připsanou se naznačí, kam až voda dosahovati musí, aby vážila ku př. 1 lot, 2 loty atd.

19. Vlastnosti všeobecné. Veškeré vlastnosti, o kterých v předcházejících odstavcích bylo pojednáno, přísluší všem tělesům bez rozdílu a zovou se tudíž vlastnostmi všeobecnými. Vlastností všem tělesům společnou jest však pouze ta, že jistý prostor zaujmají. Z této vlastnosti vyplývá pak *prostornost*, *neprostupnost* a *setrvačnost*, pročež tyto tři všeobecné vlastnosti *podstatnými vlastnostmi* se nazývají. Ostatní čtyři vlastnosti, totiž *průlničitost*, *roztlačivost*, *stlačitelnost* a *dělitelnost* jsou vlastnosti *nepodstatné* čili *nahodilé*.

Oddíl druhý.

0 tíži.

20. Tíže. Utrhne-li se jablko od stromu, padá k zemi; kámen vzhůru vyhozený, jakož i koule z děla vzhůru vystřelená pohybují se jen krátkou dobu vzhůru; dosihnouše jisté výšky padají k zemi. Zdvihneme-li jakékoliv tělo, zůstává v klidu jen tak dlouho, pokud je v ruce držíme, jakmile je z ruky vypustíme, padá, ač by, jsouc setrvačné, mělo zůstatí v tom místě, kde ruka je zanechala.

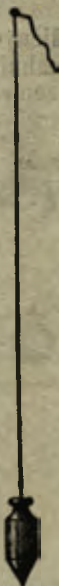
Všecka tělesa padají, když žádná překážka padati jim nebrání, vždy a všude k zemi, čehož nelze možno vyložiti leč tím, že země všecka tělesa jistotou silou přitahuje; síla tato zove se *tíže*.

Některá tělesa stoupají vzhůru, jako ku př. kouř, páry vodní, balón zahřátým vzduchem, vodíkem neb svítiplynem naplněný a j.; z toho soudil by mnohý, že země nepřitahuje všech těles bez rozdílu. Tato výjimka zákonu všeobecně platného jest však pouze *zdanlivá*, neboť stoupají tělesa tato jen do určité výšky a vzdalování se jich od země jest tudíž tíží omezeno. Páry vodní, jež ve tvaru jemných bublinek z vody vystupují, oblaky a mraky skládají a výš a výše stoupající od země se vzdalují, padají, byvše ochlazeny, buď co dešťové pa-prsky, buď co kroupy neb sněh opět k zemi.

21. Směr svislý a vodorovný. Zavěsíme-li aneb podepřeme-li tělo, jeví *tahem* neb *tlakem* snahu k zemi padati. Olověný válec (obr. 12.), jsa od země přitahován, napíná šňůru, na níž jest zavěšen, tím směrem, kterým tíže ku pohybu jej pudí; přeřízneme-li šňůru, padá válec tímto směrem k zemi. Směr šňůry této značí tudíž směr tíže; kdybychom směr ten přímkou dostatečně prodloužili, protínala by tato přímka střed naší země.

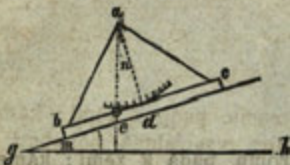
Směr tíže zove se *svisným* (vertikálním). Zavěsíme-li olovnici nad povrchem vody v klidu se nalézající, tož shledáme, že povrch vody svírá se šňůrou olovnice úhel pravý, a že stojí tudíž povrch vody na směru tíže *kolmo*. Proto zove se *vodorovnou* každá přímka neb rovina, stojící kolmo na směru tíže.

Obr. 12.



Stavitelé potřebují olovnice (obr. 12.) ku naznačování polohy svislé. Je-li ku př. šňůra olovnice, řádně zavěšená, ode zdi neb trámu po celé své délce stejně vzdálena, mají zeď neb trám, jsouce se šňůrou rovnoběžny, polohu svislou. Ku zkoumání vodorovnosti zdi a trámů užívá se krokvice, t. j. dřevěného stejnoramenného trojúhelníku abc (obr. 13.), s jehož vrchole a visí šňůra s kuličkou olovenou. Má-li základna bc polohu vodorovnou, protíná šňůra střed základny d , který bývá zvláště označen. Nemá-li však plocha předmětu, na který krokvice se postavila, polohy vodorovné, svírá směr šňůry ae s přímkou ad , která vrchol a se středem základny d spojuje, úhel n , který rovná se úhlu m , jímž plocha od vodorovné gh se odchyluje. Obloučkem ve stupně rozděleným možno velikost úhlu toho stanoviti.

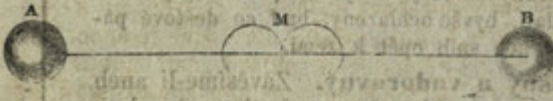
Obr. 13.



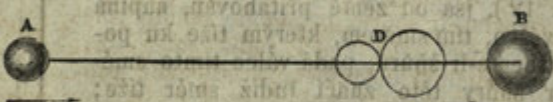
22. Tíže všeobecná. Angličan Cavendish (vyslov: Kevndyš) zavěsil lehkou, dřevěnou, asi sáh dlouhou tyčinku u prostřed na teninkém, přes 6 sáhů dlouhém drátu; na obou koncích tyčinky upevnil pak kovové kuličky. Poněvadž byla tyčinka zavěšena, zrušil se účinek tíže zemské, tyčinku i kuličky přitahující. Když pak byla tyčinka s oběma kuličkami zcela v klidu, přiblížil se ku jedné kuličce s velikou kulf kovovou i shledal, že kulička ke koulí se přichýlila, tak že se vyšínula tyčinka z polohy, kterou v klidu dříve zaujímal. Anglický učenec Maskelyne (vyslov: Mesklain) shledal v roku 1772, že olovnice u vrchu Shehalien ve Skotsku ze směru svislého se odchýlila a ku vrchu se naklonila.

Z těchto a jiných podobných pokusův a ze zkušeností z rozličných úkazův nabytých plyne, že veškerá tělesa vespolek se přitahují jistou silou, kterou zoveme všeobecnou tíží (gravitací). Tíže zemská není tudíž zvláštní, pouze zemi příslušnou silou, jestiž pouze druhem tíže všeobecné.

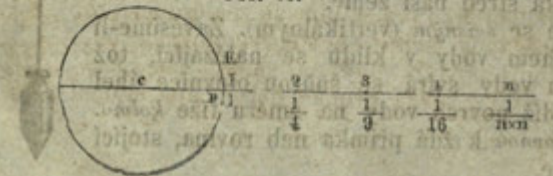
Obr. 14.



Obr. 15.



Obr. 16.



Pokusy shledáno, že 1. přibývá neb ubývá vzájemné přitažlivosti těles tou měrou, kterou přibývá neb ubývá hmoty jejich a 2. že jest přitažlivost tato v převráceném poměru ku čtvercům vzdáleností těles, tak že ve vzdálenosti 2kráté větší jest přitažlivost

4kráté menší, ve vzdálenosti 3kráté větší stává se přitažlivost 9kráté menší, vůbec ve vzdálenosti n kráté větší jest přitažlivost $n \times n$ kráté menší.

Mají-li koule A a B (obr. 14.) hmoty stejně veliké, přitahuje jedna druhou silou stejnou a mohou-li volně se pohybovati, srazí se v M , tak že každá stejnou dráhu probíhá. Je-li však hmota koule B (obr. 15.) 3kráté tak veliká, jako hmota koule A , přitahuje koule B kouli A silou 3kráté tak velikou, i setkají se obě, nepřekáží-li nic účinku přitažlivosti jejich, v D a vykoná A dráhu 3kráté tak velikou jako vykonala B . Obr. 16. znázorňuje ubývání tíže vzdáleností. Značí-li totiž hořejší číslice 1, 2, 3, 4, n vzdáleností, jsou vytknuty číslicemi 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{n \times n}$ velikosti tíže.

23. Tíže a váha. Poněvadž tíže zemská týmiž zákony se řídí, jako tíže všeobecná, musí přitahovati země každé tělo silou jinou, a sice jedno silou tolikrát větší, kolikráté jest hmota tohoto těla větší než těla druhého, stejně od země vzdáleného, a taktéž jedno silou tolikráté čtverečně větší, kolikráté jest tělo toto zemi blíže než druhé, jehož hmota by byla stejná. Podobně přitahují i tělesa zemi silou rozličnou, jsou-li hmoty jejich a vzdálenosti jejich od země rozličné.

Padají-li však dvě tělesa, jichž hmoty dosti značně od sebe se liší, ku př. veliká olovená koule a malý ostřížek papíru, ve prostoru vzduchoprázdném s tétéž výšky, dopadají k zemi v témž okamžiku, a podobně shledáváme, že tělesa, padající k zemi s výšek dosti rozdílných, za stejné doby stejně veliké dráhy vykonávají.

Země přitahuje všecka tělesa blízko ní se nalézající stejnou silou; všecka tělesa jsou tudíž stejně těžká.

Příčinu toho lze tím vyložití, že hmota země naší jest n přirovnání ku hmotě těles blízko země se nalézajících nesmírně veliká. Přirovnáme-li tudíž ku př. hmotu olovené koule, jakož i hmotu ostřížku papíru se hmotou země naší, bude rozdíl sil, kterými země olovenou kouli a ostřížek papíru přitahuje a od nich přitahována jest, nesmírně malý, tak že nebude lze ho pozorovati, pročť obě tato tělesa stejně těžkými se jeví. Neprostupnost země naší jest příčinou, že každé tělo, jak mile povrchu pevné země dosáhlo, padati přestává aneb nanejvýš jen do nepatrné hloubky do země vniká a pak se zastaví; kdyby však nebyla země neprostupnou, musilo by každé těleso vniknouti až do středu zemského, neboť se sbíhají směry tíže, na rozličných místech země naší stanovené, všecky ve středu země a možno tudíž střed zemský za sídlo tíže pokládati. Poloměr zemský jest však téměř 800 mil dlouhý, z čehož patrně, že, by i jedno tělo od země třeba 200—300 stop dále se nalézalo než druhé, přece rozdíl vzdálenosti těles těch od středu země vzhledem ku poloměru zemskému jest velmi nepatrný; bude tudíž země obě tato tělesa přitahovati silami tak nepatrně rozdílnými, že obě síly ty za stejné, a tudíž i obě ta tělesa za stejné těžká pokládati musíme.

Kulička kovová, ostřížek papíru, péro atd. nepadají ve vzduchu stejně rychle k zemi, neboť neprostupný a setrvačný vzduch překáží všem tělesům k zemi padati. Padají-li některá tělesa rychleji k zemi než jiná, děje se proto, že snáze překážky vzduchu překonávají, nikoliv však proto, že těžší jsou než jiná.

Poněvadž země naše velikostí své hmoty velikostí hmoty veškerých těles na zemi a blíže ní se nalézajících tak ohromně převyšuje, nelze na tělesech takových tíže všeobecně pozorovati; neboť, jsouce zemí do středu zemského sílou tak velikou přitahována, nemohou přitahovati se vespolek.

Šňůry dvou olovníc blíže sebe zavěšených musily by, jak z předcházejícího patrno, jsouce dostatečně prodlouženy, stýkati se teprv ve středu zemském, tudíž ve vzdálenosti téměř 800 mil, proto můžeme avisné směry, nejsou-li příliš od sebe vzdáleny, pokládati za *rovnoběžny*.

Tělo na šňůře zavěšené, chtějíc padati k zemi, napíná šňůru a sice tím více, čím větší jest hmota těla toho; zavěsnjeme-li na tutéž šňůru čím dále tím větší koule olovené, přetrhne se konečně šňůra *tahem* koule. Zdviháme-li kámen, cítíme, kterak, chtěje padati, na ruku *tlačí* a tlak bude tím větší, čím větší jest kámen.

Je-li tělo zavěšeno neb podepřeno, tak že k zemi padati nemůže, jeví se tíže jeho *tahem* na závěs nebo tlakem na podporu. Velikost toho tahu neb tlaku jmenuje se *váha* těla.

Poněvadž země každou částici hmoty těla přitahuje i od každé na vzájem přitahována jest, musí váha těles jeviti se tím větší, čím více částic hmoty tělesa obsahují. Soudíme tudíž, že obsahuje tělo jedno tolikrát více hmoty než druhé, kolikrát jest váha jeho větší než váha těla druhého.

Tíže a *váha* jsou tudíž rozdílny, neboť *tíže* jest, jak výše bylo vyloženo, u všech zemi blízko se nalézajících těles *stejná*, *váha* jest pak u rozličných těles *rozdílná*.

V obecném životě mluví se o tělesech *těžších* a *lehčích* i nazývá se tudíž často *váha* tíží.

K ustanovení velikosti váhy těles slouží váha přijatá za jednotku vah. Jednotky takové jsou v rozličných zemích rozličné.

U nás jest jednotkou váhy *centnýř* s menšími oddíly svými, jež jsou: *libra*, *lot*, *kventlík* a *gran*.

1 centnýř má 100 liber, 1 libra má 32 loty, 1 lot má 4 kventlíky a 1 kventlík má 60 granů; 1 lot má tudíž 240 granů.

Libra lékárnická má pouze 24 loty a dělí se ve 12 unci; unce má 8 drachem, drachma 3 škruple a škruple 20 granů.

Jednotkou *nové váhy francouzské* jest *gram* (gramme), t. j. váha zcela čisté a nejhustší vody, která vyplňuje krychlový centimetr, t. j. nádobu krychlovou uvnitř 1 centimetr dlouhou 1cm šířkou a 1cm vysokou.

0,	gramu	slove	decigram	10	gramů	se	nazývá	dekagram
0 _{·01}	"	"	centigram	100	"	"	"	bektogram
0 _{·001}	"	"	milligram	1000	"	"	"	kilogram
				10000	"	"	"	myriagram.

1 gram = 0.001785 liber = 0.2286 kventlíků = 13.714 grandů;
 1 kilogram = 1.78567 liber = 1 libra 25 lotů 34 grany;
 $\frac{1}{2}$ kilogramu = 0.99284 liber = téměř $28\frac{1}{2}$ lotu, což zve se v Rakousku a Německu *celní librou*, poněvadž dle této váhy *clo* se platí.

24. Váha prostá a měrná. Váha těla vůbec, nehledíme-li k objemu jeho, zve se *vahou prostou* (absolutnou), váha těla určitého objemu, jež za jednotku objemu pokládáme, t. j. váha jistě *míry* jmenuje se *váha měrná*.

1^k čisté vody váží asi 1.04 lotu, 1^k cínu váží 7.28 lotu, 1^k železa váží 8.22 lotu, 1^k olova váží 11.44 lotu. Je-li 1^k jednotkou čili měrou objemu, jest tudíž měrná váha vody 1.04 lotu, cínu 7.28 lotu, železa 8.22 lotu a olova 11.44 lotu.

a) Známe-li měrnou váhu těla, ku př. váhu krychl. palce, a objem toho těla, t. j. počet krychl. palců, jež tělo zaujímá, vypočteme prostou váhu, když měrnou váhu objemem znásobíme, neboť kolikrát jest objem těla větší než objem jednoho krychl. palce, tolikrát jest též váha těla větší než váha krychlového palce.

Prostá váha těla rovná se součinu z objemu a měrné váhy jeho.

Mnoho-li váží železná tyč 2° dlouhá, $2''$ široká a $1.5''$ vysoká? — $2^\circ = 12' = 144''$; $144 \times 2 \times 1.5 = 432^k$, t. j. objem tyče; 432×8.22 loty = 3594.24 lotů = 112 lib. 10.24 lotů = 1 cent. 12 lib. 10.24 lotu, t. j. prostá váha tyče.

Mnoho-li váží sud vody, je-li váha 1^k vody 56.4 lib? Sud má 4 vědra, 1 vědro = 1.8^k , tudíž $1.8 \times 4 = 7.2^k$ jest objem vody; 7.2×56.4 lib. = 406.08 lib. = 4 cent. 6.08 lib. jest váha sudu vody.

b) Ze známého objemu a známé váhy prosté lze vypočísti měrnou váhu těla, neboť známo-li, kolik krychl. stop (palců) tělo vyplňuje a kolik liber (lotů) váží, lze též stanoviti, kolik liber na každou jednotlivou krychl. stopu připadá; potřebí toliko počet liber (lotů) počtem krychl. stop (palců) děliti.

Měrná váha těla rovná se podílu z jeho váhy prosté, dělené objemem jeho.

Jaká jest měrná váha rtuti, váží-li 3 žejdlíky rtuti 25 liber 21 lotů? — 25 liber 21 lotů = 821 lotů, t. j. váha rtuti; 1 žejdlík = 19.35^k , pročť $19.35 \times 3 = 58.05^k$ jest objem rtuti; $821 : 58.05 = 14.14$ lotu jest váha jednoho krychl. palce čili měrná váha rtuti.

Jaká jest měrná váha pískovce, váží-li čtyřhranné přitesaný balvan pískovce 1° dlouhý $4'$ široký a $3'$ vysoký 101 cent 72 liber? — 101 cent 72 lib. = 10172 lib. t. j. váha pískovce; $6 \times 4 \times 3 = 72^k$ jest objem pískovce; $10172 : 72 = 141$ lib. jest váha krychl. stopy č. měrná váha pískovce.

c) Kolikrát jest tělo těžší než jedna krychl. stopa (krychl. palec) jeho, tolikrát jest také objem jeho větší než objem krychl. stopy (krychl. palce). Známe-li tudíž prostou i měrnou váhu nějakého těla, lze vypočísti neznámý objem jeho, čehož zvláště s výhodou možno použiti, když má tělo tvar nepravidelový, tak že objemu jeho měřiti nelze. Dělíme-li prostou váhu těla měrnou vahou jeho, určíme, kolik krychl. stop (palců) tělo to zaujímá.

Objem těla rovná se podílu z jeho váhy prosté, dělené jeho vahou měrnou.

Jaký objem má džber, do kterého se vejde 2 centy 35 liber vody, jejíž krychl. stopa váží 56,4 lib. — 2 ct. 35 lib. = 235 lib., t. j. prostá váha vody, 56,4 lib. jest měrná váha vody; $235 : 56,4 = 4,16^k$ jest objem džberu.

Jaký objem musí míti láhev, aby se vešlo do ní 50 liber rtuti, váží-li krychl. palec rtuti 14,4 lotu? — 50 lib. = 1600 lotů, t. j. prostá váha rtuti; $14,4 \text{ l.}$ jest měrná váha rtuti; $1600 : 14,4 = 111,16^k$ musí míti láhev objemu.

25. Hutnosť. Váží-li voda, v krychlové nádobě obsažená a tudíž tvar krychle určité velikosti mající 4 libry, váží stejně veliké krychle cínu asi 28 liber, železa téměř 32 lib., olova asi 44 lib., rtuti bez mála 56 liber atd.

Tělesa téhož objemu ale rozličné hmoty mají rozličnou váhu, z čehož patrné, že do téhož objemu vejde se rozličná váha a tudíž nestejné množství hmoty rozličných těles.

Zaujímá-li jistá váha vody 1^k , zaujímají tytéž váhy cínu téměř jen $\frac{1}{7}^k$, železa asi $\frac{1}{8}^k$, olova téměř $\frac{1}{11}^k$, rtuti asi $\frac{1}{14}^k$ atd.

Tělesa rozličné hmoty ale stejné váhy, jež mají tudíž stejné množství hmoty, zaujímají nestejné objemy, z čehož plyne, že totéž množství rozličné hmoty vyžaduje prostoru rozličného.

Má-li koule železná větší váhu než stejně veliká koule dřevěná, soudíme, že hmotných částic (molekul) železné koule jest v témž objemu více a že jsou tedy blíže sebe skupeny, než hmotné částice dřeva, i říkáme, že jest železo *hutnější* (*hustší*) dřeva.

Zaujímá-li libra rtuti prostor téměř 14kráté menší, než libra vody, nutno souditi, že hmotné částice rtuti jsou asi 14kráté *hutnější* skupeny než hmotné částice vody.

Hutnosť poznáváme tudíž z váhy těla a objemu jeho.

Abychom mohli hutnosti rozličných těles vespolek porovnávat, pokládáme hutnosť čisté vody v tom stavu, kde jest nejhutnější, za jednotku hutnosti. Číslo, kterými hutnosť těles jiných se vyznačuje, značí pak, kolikráté jest buď váha těla větší než váha vody téhož objemu buď kolikráté jest objem těla menší než objem vody stejné váhy.

Hutnosť zlata jest $19,3$, t. j. zlato váží $19,3$ kráté tolik co voda téhož objemu, aneb zlato zaujímá $19,3$ kráté menší objem než voda též váhy.

Kolikrát jest tělo hutnější než voda, tolikrát jest též měrná váha jeho větší, než měrná váha vody; znásobíme-li tudíž měrnou váhu vody číslem, jež značí hutnosť nějakého těla, vypočteme měrnou váhu toho těla.

Měrná váha těla rovná se součinu z hutnosti jeho a měrné váhy vody.

Měrná váha vody, t. j. váha 1^k jest 56,4 liber, hutnosť mědi jest pak $8,8$; měrná váha mědi jest tudíž $8,8 \times 56,4 = 496,32$ liber. Určivše z hutnosti nějakého těla a měrné váhy vody měrnou váhu toho těla můžeme pak z měrné váhy a prosté váhy toho těla vypočísti objem aneb z měrné váhy a objemu vypočísti prostou váhu jeho, k čemuž již výše návod byl podán.



Oddíl třetí.

0 soudržnosti.

26 Soudržnost. Chceme-li dřevo přelomiti neb kámen rozdrťiti aneb vůbec nějaké tělo v části rozděliti, musíme užiti jisté síly. Rozpadá-li se tělo v části bez přičinění našeho, působí tu taktéž síla, ovšem síla přírodní. Tak proměňuje se ku př. kus ledu zahříváním, tudíž účinkem tepla, ve vodu, kteráž přechází dalším zahříváním v páru; vypařování vody záleží pak v tom, že oddělují se od celku částice velmi jemné, jichž ve vzduchu zrakem nelze postihnouti. Nerosty rozpadávají se zvětráním. Pošineme-li prstem železnou kouli, dotýká se prst jen některých částic koule a pudí jen tyto k pohybu a přece pohybuje se koule celá.

Z těchto a mnohých jiných podobných výjevův vyplývá, že nejmenší částice hmoty, totiž molekuly, jsou jistou silou vespolek spoutány. Síla tato odporuje každému, jakkoliv způsobenému oddělování částic od celku, totiž od těla. Poněvadž silou tou veškeré molekuly těla pohromadě se udržují, zoveme ji silou soudrživou čili *soudrživostí*. Účinek soudrživosti jest *soudržnost* částic (cohaesio), kteráž rozmanitým způsobem se jeví.

Rozdrťíme-li sklo, křídou, dřevo a jiná podobná tělesa a přitlačíme-li částice jejich i dosti silně k sobě, nejsou přece ještě tak blízko u sebe, aby soudrživost mohla působiti a je opět v jediný celek spojití. Kusy vosku, měkké hlíny těsta, smoly a podobných těles můžeme však *stlačitím opět v celek spojití*, neboť možno částice takových těles tlakem k sobě tak sblížití, že soudrživostí vespolek se pouťají. Položíme-li dvě rovné, pečlivě uhlazené desky skleněné na sebe, jeví se soudržnost odporem, jež musíme překonati, když desky od sebe oddělujeme. Odpor ten jest tím větší, čím větší jsou plochy desk, t. j. *čím více částic vespolek se dotýká*. Soudržnost desk možno pokusem stanoviti; jedna deska se zavěsí na váhách na místě jedné misky a váha desky vyrovná se závažím na druhou miskou položeným, načež deska zavěšená ke druhé upevněné desce se přitlačí. Přidáváme-li pak na

misku závaží tak dlouho, až desky od sebe se odtrhnou, shledáme, že k odtržení desk od sebe třeba závaží tím většího, čím větší jsou desky. Podobně jeví se soudržnost desk kovových ano i dřevěných.

Soudrživost působí ve vzdálenosti velmi nepatrné, kteréž ani měřiti nelze; tlakem aneb zvětšením ploch vespolek se dotýkajících možno působení soudrživosti podporovati.

Teplem roztahují se tělesa i vzdalují se tudíž částice jejich od sebe, čímž ovšem soudržnosti tělesům ubývá, ochlazením smršťuje se tělo, částice zblížíjí se k sobě, i stává se soudržnost těla větší. Některá tělesa však teplem se smršťují, jako ku př. hlína, dřevo a j., i zvětšuje se tudíž teplem soudržnost jejich.

Zahříváme li led, taje a mění se ve vodu, jejíž soudržnost menší jest soudržnosti ledu, dostatečným zahříváním voda se vyparuje a páry nejví jíž soudržnosti prázdné, neboť ve vzduchu se rozptylují a částice jejich se snaží, od sebe co nejvíce se vzdalovati. Ochlazením však se přibližují částice vodní páry k sobě, soudrživosti jejich přibývá, až konečně shluknou se dohromady a vytvoří vodu, kteráž dostatečně ochlazená tuhne v led. Zahřívá-li se hlína neb dřevo, vypuzují se teplem jiné hmoty (ku př. voda) z průlinek jejich, tak že částice mohou soudrživostí k sobě se přibližovati, čímž objemu tělesům takovým ubývá, ale soudržnosti přibývá. Vypálená cihla jest menší, ale pevnější než z čerstvé hlíny zhotovená.

Soudržnost jest původem mnohých výjevů. Rtuť neprotéká sítím, jehož otvory nejsou dosti veliké; i voda zůstává v sítu s drobnými otvory, bylo-li síto dříve tukem navlhčeno a není-li voda v něm příliš vysoko. Částice, jež by účinkem tíže měly otvory síta propadávati a od ostatní kapaliny v sítu obsazené se oddělovati, jsou soudrživostí k ostatním poutány a soudržnost překonává váhu částic. — Jehla tukem potřená nepadá ve vodě na dno nádoby, nýbrž splývá na povrchu vody, jen poněkud prohlubeném, nemohouc vahou svou soudržností vody přemoci. Podobně splývá na vodě i kousek pozlátka — Vodoměrký *) pobíhají na hladině vodní jako na pevnině, majíce na chodidlech jemné chloupky ku kterým voda nelze a kteréž tudíž jako tukem potřená jehla na povrchu jejím zůstávají — Guttaperča jeví soudržnost velmi značnou; čisté plochy její na sebe přitlačené přilnou tak pevně k sobě, že při násilném oddělování jich guttaperča spíše v jiném místě se roztrhne, než tam, kde plochy soudržností se spojily. Z pásek guttaperčových dělají se rourky, když páska na obou podélných pokrajích čistým nožem se přiřízne, okolo tyčinky v rourku se zahne a plochy pokrajné řezem vzniklé na sebe silně se přitlačí. Podobně hotoví se z guttaperči a kaučuku (gummielasticum) i jiné velmi rozmanité předměty jako míče, balóny, nepromokavé pláště a čepice i jiné části oděvu. — Dvě desky olovené, čistými plochami vespolek se dotýkající, přilnou, byvše dosti silně na sebe přitlačeny, tak silně k sobě, že k odtržení jich od sebe veliké síly potřebí. Kované i válcované kovy jsou pevnější než litiny z týchž kovů, neboť kováním i válcováním částice se zblížíjí a soudržnost se zvyšuje. — V soudržnosti zakládá se též *sváření* kovů,

*) *Vodoměrký* (Hydrometra) jest hmyz z řádu polokřídilých a čeledi stěnic vodních. Má dlouhé, úzké tělo, nitovitá tykadla a dlouhé tenké nohy; přední křídla jsou jakož i tělo černá, zadní křídla hnědá.

kteříž, změknuvše v ohni, kladivem v jediný pevný celok skovati se mohou. — Dvě veliké, rovné a uhlazené desky skleněné (zrcadlové), na sebe položené, jsou soudržností tak pevně spojeny, že nelze jich od sebe oddělit, ano, rýpá-li se diamantem jedna, trhá se v těchž místech i druhá. — V zemích, kde není dostatek hlíny na chly a kde i stavební kámen jest vzácným, stlačuje se polní prst (ornice) do kadlubů tak úsilně, až povstávají z ní účinkem soudržnosti, zblížením částic zvýšené, kostky tak tvrdé, že možno za stavivo jich užívati. — Nábytek z vlhkého dříví zhotovený praská a puká, poněvadž dřevo v teplé světnici vysychá a se smršťuje

Poněvadž účinkem soudrživosti každá molekula všechny kolem ní se nalézající molekuly ve všech směrech stejnou silou k sobě přitahuje, shluknou se molekuly, mohou-li volně se pohybovati, kolem jedné, ve středu se nalézající, i povstane tak částice mající tvar kulovitý, kteráž přitahuje pak opět ve všech směrech jiné molekuly k sobě a zvětšuje se, podržujíc tvar koule. Účinkem soudrživosti m. l. by tedy býti tvar všech těles kulovitý. Mnohá tělesa objevují se skutečně ve tvaru koule; nemá-li tělo tvaru kulovitého, nutno souditi, že účinek soudrživosti překážkami nějakými aneb účinkem jiných sil byl zrušen.

Rtuť i voda objevují se v malých částicích co kapky, jež mají tvar kulovitý; voda, padající z mraku co dešť, vytvořuje na dráze své, než země dostihuje, kapky tvaru více méně kulovitého. — Broky dělají se z olova tím způsobem, že roztopené olovo sítím s okrouhlými většimi neb menšími otvory zvolna prosakuje a padajíc s výšky poněkud značnější, soudržností svou tuhne a kulovitý tvar podržuje. — Přidáváme-li líhu do vody tak dlouho, až jest směs tak hustá, jako olivový olej a nakapeme-li pak oleje do této směsi, objeví se olej v tvaru kuli, které ve směsi vody a líhu volně se vznášejí. — Zahříváme-li vodu, vystupuje z průlinek jejích vzduch ve tvaru bublinek, majících tvar kulovitý.

Účinkem soudrživosti má ve skleněné trubici rtuť jakož i jiná kapalina, která ku stěnám trubice nelze, a jich nemokří, povrch zakulatělý (obr. 17.), neboť snaží se nabýti tvaru koule. Ponoříme-li pak úzkou trubici skleněnou do rtuti v nádobě širší obsažené, jest netoliko povrch rtuti v rource zakulatělý, anobrž rtuť stojí v rource níže, než v nádobě, a tím níže čím užší jest trubice (obr. 18.). Zdá se jakoby rtuť s hora nějakou silou byla ve trubici stlačována, pročez výjev tento *stlakem* se nazývá. Koule vložená do kapaliny, na které plove a která jí nemokří, táhne se vždy ku stěně, neboť část kapaliny mezi stěnou a kuli jest od ostatní kapaliny oddělena a soudržností dolů stlačována, pročez koule ku stěně takřka spadává. Dvě takové koule (voskové ve vodě aneb železné ve rtuti) přitahují se vespolek (obr. 19.), neboť

Obr. 17. Obr. 18.



Obr. 19.



oddělují mezi sebou část kapaliny od celku; tlakem této části a soudržností částí sousedních jsou pak koule k sobě puženy.

27. Skupenství. Soudrživost jest původem vzájemné přitahlivosti molekul hmoty; poněvadž pak teplem tělo se roztahuje a tudíž molekuly od sebe se vzdalují, jakoby byly od sebe odpuzovány, možno teplo pokládati za příčinu odpudivosti molekul.

Z působení soudrživosti a odpudivosti možno pak vyložiti způsob, kterým molekuly hmoty v jediný celek, totiž v tělo jsou spojeny čili *skupeny*, pročež způsob tento *skupenstvím* se nazývá.

a) Je-li soudrživost tak veliká jako odpudivost, jest možno částičky těla jen patrnou, více méně velikou silou ze vzájemné souvislosti vyšinouti. Těla skupenství takového zovou se *pevná* a mají určitý tvar a vlastní svůj objem. Všecky kovy, toliko rtuť vyjímaje, dřevo, kameny, papír a j. jsou tělesa pevná.

b) Má-li soudrživost nepatrnou převahu nad odpudivostí, vzniká skupenství *kapalné*, jež proto tak se zove, poněvadž tělesa toho skupenství, totiž *kapaliny*, v malém množství *kapky* tvoří. Částice kapaliny možno *silami dosti nepatrnými* snadně pošinovati a od celku oddělovati; největšími silami mechanickými možno však kapaliny jen tak nepatrně stlačovati, že pokládají se téměř za nestlačitelné. Ochlazením smršťují se však kapaliny, neboť ubývá-li tepla, ubývá též odpudivosti, pročež soudrživostí částice k sobě se přibližují. Kapaliny mají určitý objem, ale pro snadnou pošinutelnost částic přijímají vždy tvar nádoby, ve které se nalézají. Kapaliny jsou ku př. voda, lín, rtuť, olej, mléko a j. v.

c) Má-li odpudivost značnou převahu nad soudrživostí, vzniká skupenství *plynné*, jež také jinak *vzdušným* se zove, poněvadž vzduch v tomto skupenství se objevuje. Částice plynů jsou prchavé a vzdalují se účinkem odpudivosti ustavičně od sebe, snažíce se zaujímati prostor vždy větší a větší, pročež udržují se pohromadě jen v nádobách neprodyšnými stěnami se všech stran uzavřených. Jak patřno nemají plyny ani určitého objemu ani vlastního tvaru.

Společnou vlastností kapalin i vzdušín jest snadná pošinutelnost částic jejich; poněvadž se roztékají zovou se *tekutiny*.

Tělesa skupenství plynného jsou pak opět buď *plyny*, buď *páry*. Některé plyny buď naprosto nikdy nekapalní a slovou *plyny stálé*, jiné byly jen velmi silným tlakem aneb velmi silným ochlazením zkapalněny a zovou se *plyny ztužitelnými*.

Plyny stálé jsou: kyslík, vodík, dusík, vzduch, kysličník uhelnatý a dusičitý a uhlovodík lehký, ostatní plyny jsou ztužitelné.

Páry liší se od plynů tím, že ochlazením neb tlakem snadně zkapalní.

Vodní páry zkapalňují ihned, jakmile na studeném okně byly se ochladily.

Rozeznáváme tudíž tělesa:

- | | | | | |
|---------------------|---|------------------------|---|-----------------|
| A) pevná, | } | (a) kapalná | } | (α) stále |
| B) tekutá, jež jsou | | aneb | | (β) aneb |
| | | (b) plynná, která jsou | | 1. plyny |
| | | | | neb |
| | | | | 2. páry |
| | | | | (β) ztužitelné. |

Voda objevuje se v obyčejném stavu svém co kapalina; led, kroupy a sníh jsou vodou pevnou; vodní páry, z nichž skládají se mlhy, oblaky a mraky, jsou vodou ve skupenství plynném. — Podobně jest i rtuť v obyčejném stavu svém kapalnou; silným ochlazením stává se kovem pevným, nabývajíc tím všech vlastností pevných kovů ostatních; dostatečně zahřáta vypařuje se rtuť a přechází ve skupenství plynné. — Síra jest za obyčejné teploty pevnou, stává se však, byví náležitě zahřáta, kapalnou a přechází i v páry, kteréz ochlazený opět kapalná a dalším ochlazením tuhne. — Kyselina uhličitá jest plyn ztužitelný; velmi silně stlačena a ochlazená kapalná a mění se konečně i v tělo pevné, ač sněhovité a velmi kypré.

Některá tělesa známe sice až posud toliko ve dvou, plyny stále ovšem posud toliko v jediném (plynném) skupenství; dlužno však domnívati se, že veškerá tělesa mohoujeviti se ve všech třech skupenstvích, totiž v pevném, kapalném i plynném. Neznáme-li všech těles ve všech třech skupenstvích, nutno hledati příčinu toho v nedostatku prostředkův, kterými potřebí soudrživost aneb odpudivost buď zvětšiti buď zmenšiti tak, jak toho proměna skupenství vyžaduje.

Částice těles pevných možno, jak výše bylo řečeno, ze vzájemné souvislosti vyšínovati jen silou patrnou, více méně velikou. Je-li ku vyšínování takovému potřebí síly značně veliké, zove se tělo *tvrdým*, stačí-li ku vyšínování částic jen malá síla, jest tělo *měkcké*. Byly-li částice pevného těla z polohy své vyšínuty, tu buď zůstává tělo v souvislosti, buď se rozpadává. Rozpadá-li se tělo ihned, jakmile byly částice jeho jen nepatrně ze své polohy vyšínuty, slove *křehkým*; zůstává-li pak tělo v souvislosti, tu buď nabývají veškeré částice původní polohy své, jakmile síla, kterou byly vyšínuty, působiti přestala, a tělo se zove *pružným*, buď zůstávají částice v té poloze nové, které účinkem síly nabyly, a tělo slove *tažným*. Při skutečném oddělování částí pevného těla od celku jeví se soudrživost *odporem*, který zoveme *pevností* těla.

28 Tvrdost. Je-li ku vyšínutí částíček pevného těla ze vzájemné souvislosti jejich potřebí *veliké* síly, nazývá se tělo takové *tvrdé*, postačuje-li ku vyšínutí takovému *malá* síla, slove tělo *měkckým*. Měkckost jest toliko nižší stupeň tvrdosti, což patrnó již z toho, že totéž tělo, porovnávajice je s měkčím, zoveme *tvrdé*, porovnávajice je pak s tvrdším, jmenujeme je *měkcké*.

Tvrdost seznáváme z odporu, který se jeví při pošínování částic těla aneb při oddělování jich od celku, tudíž při rýpání, krájení, řezání atd. Poněvadž nemáme žádné určité míry, kterou tvrdost bylo by možno stanoviti, pokládáme ono tělo za tvrdší, které mezi částice druhého těla vniká, čili je rýpá.

V nerostopisu sestavena zvláštní *stupnice tvrdosti*, kterou 10 stupňů tvrdosti se ustanovuje. Nerosty, jichž tvrdost tyto stupně značí, jsou: 1. mastek, 2. kamenná sůl, 3. vápenec, 4. kazivec, 5. apatit, 6. živec, 7. křemen, 8. topas, 9. korund a 10. diamant. Právi-li se, že má nerost 6. stupeň tvrdosti, značí to, že jest tak tvrdý jako živec, i bude pak nerost ten rýpati měkkí apatit a sám bude rýpán od křemene, živec pak ani nebude rýpati ani nebude od něho rýpán. Kdyby však nerost rýpán byl od křemene a sám rýpal do živce, jest patrně měkkí než křemen, ale tvrdší než živec, a tudíž tvrdost jeho mezi 6. a 7. stupněm.

Tvrdost jest účinek soudrživosti a jest tudíž tím větší, čím větší jest soudrživost aneb čím menší jest odpudivost. Z nabytých zkušeností vyplývá:

1. Teplem zvyšuje se odpudivost a zmenšuje se tudíž soudrživost, ochlazením pak se zvětšuje soudrživost, pročež *tělesa teplem měknou a ochlazením tvrdnou*; tvrdost řídí se však též i způsobem, kterak tělo bylo ochlazeno, jmenovitě činí rozdíl tvrdosti ochlazování náhlé a pozvolné.

Ocel až do bílého žáru rozžhavená a pak náhle ochlazená nabývá nejvyššího stupně tvrdosti, jehož může dosáhnouti. Zahřívá-li se pak tvrdá ocel až k určitým stupňům, jež se posuzují z barvy, které ocel v žáru nabyla, a ochlazuje-li se pak pozvolna, stává se opět měkkí, tak že možno dodělati se ocele tvrdosti jakékoliv.

Mosaz a měď náhlým ochlazením měknou. Železo a sklo zahříváním a náhlým ochlazením tvrdnou a ochlazením pozvolným měknou.

2. *Stlačováním zvětšuje se soudrživost a tudíž i tvrdost mnohých těles.*

Hlína silně stlačená jest značně tvrdá: kováním a válcováním jakož i vytahováním v dráty nabývají některé kovy, jako ku př. stříbro, železo, mosaz a j. větší tvrdosti.

3. *Smíšením dvou různorodých látek nabýváme často směsi tvrdší než jsou součástky její*, jmenovitě dávají mnohé kovy slitiny, které tvrdostí svou kovy ve slitině obsažené někdy značně předčí.

Měď a cín dávají tvrdou zvonovinu, *stra se železem* dává kyz železný tak tvrdý, že křesáním do něho očilkou jiskry vznikají jako na pazourku (křesacím kamenu). *Olovo s antimonem* poskytují tvrdé slitiny písmenkové na pismo knihtiskářské. *Uhlík se železem* skládá tvrdou železnou litinu a ocel. — Naopak jest slitina *mědi a cinku*, totiž mosaz měkkí obou těchto kovů.

Tvrdost mnohých těles jest důležitá v životě obecném, zvláště však v průmyslu. Z ocele hotoví se nejrozmanitější nástroje a náčiní řemeslníkům ku práci nevyhnutelné potřebné. Cidění, leštění, broušení a podobné výkony, záleží pouze v tom, že tvrdšími hmotami měkkí částice s povrchu jiných hmot se otírají.

Nástroje ocelové a železné dělají se z měkké ocele aneb z měkkého železa a když jsou hotovy stvrzují se rychlým ochlazením. Diamant, nejtvrdší všech těles, rýpá všechny ostatní tělesa, hlavně užívá se ho ku řezání skla a broušení velmi tvrdých drahokamův. Diamant sám dá se brousiti a lešiti pouze svým vlastním práškem.

29. Křehkost. Ruší-li se jen nepatrným posunutím částecek těla ihned souvislost jejich, zove se tělo *křehkým*.

Křehkost jeví se trojím způsobem, neboť buď rozpadá se křehké tělo v částice *jiným směrem* než tím, kterým síla působí; buď odděluje se od celku *více částic*, než by mělo se oddělovati účinkem síly; buď konečně rozpadá se *celé tělo* ve značné množství částic, jakmile jediná část od celku byla oddělena.

Křehkost souvisí velmi často s tvrdostí, což patrně již z toho, že mnohá tělesa, byvše zahřáta a náhle ochlazená, jsou netoliko tvrdá, nýbrž i křehká.

Předměty z roztopeného (žhavého) skla zhotovené a náhle ochlazené jsou velmi tvrdé, ale též velmi křehké. Skleněné kapky (obr. 20.), jež vznikají když roztopené sklo do chladné vody padá a tam ztuhne, rozpadávají se ve veliké množství co prach drobných částecek, jakmile špičku jich ulomíme; kapky roztryskují se s takým úsilím, že i láhev ze silného skla se roztrhne, když vodou ji naplníme a špičku kapky ve vodě ponoříme ulomíme. Skleněné láhvičky boloňské taktéž rychle chlazené (obr. 20.) jsou tak tvrdé, že dřevem dosti silně naráženy se nerozbijí; spadne-li však do nich úlomek křemene a narýpne-li je jen v jednom místě, rozpadávají se ve více kusův. Skleněné tabule v našich oknech jsou taktéž rychle chlazené a proto také, jak známo, křehké. — Čím tvrdší jest ocel neb železo, tím jsou křehčí; proto přerazí se mnohdy nůž jakož i jiný ocelový nástroj, padne-li na zem.

Kováním a tlakem zvětšuje se tvrdost a tudíž i křehkost. Kované železo a kovaná ocel jsou křehké; železné nápravy u vozů (zvláště u vozů železničných), delší čas potřebované, křehnou tak, že se lámou. Ocel déle kovaná rozpadá se mnohdy jediným udeřením kladiva ve mnoho kusův. Zvonovina jest tvrdší než cín a měď, jest však též značně křehčí obou těchto kovů, z nichž hlavně se skládá.

Křehkost skla *náhle* chlazeného jest příčinou, že předměty skleněné, jako: láhve, sklenice a j. ochlazují se *pozvolna*, t. j. dávají se postupně ze prostoru teplejšího do prostoru čím dále tím chladnějšího, aby nebyly příliš křehké. Skleněné tabule rychle chlazené a tudíž křehké lámou se snadně, když byly diamantem narýpnuty.

30. Pružnost. Vyšinou li se částice těla účinkem nějaké síly ze své polohy tak, že tvar i objem těla se změní, a nabývá-li tělo původního tvaru i objemu hned, jakmile síla ta působiti přestala, zove se *pružným*.

Proužka kaučuková neb guttaperčová dá značně se *roztáhnouti*, smršťuje se však ihned a nabývá délky původní, jakmile přestaneme ji natahovati. — Míč z kaučukových proužek upletený, na stěnu vržený, *stlačuje se* nárazem na stěnu, zpružením pak rozepíná se opět a od-

Obr. 20.



skaknje ode stěny. — Dotkneme-li se kulí ze slonoviny desky mramorové, koptem počerněné, vznikne na kouli černá tečka, ješto koule rovné desky v bodu se dotýká; mrštíme-li však kulí prudce na desku, odskočí od ní i spatříme na kouli větší okrouhlou černou fupku na doklad, že koule nárazem poněkud se sploštila a stlačila. Setřeme-li pak fupku a dotkneme-li se kulí v témž místě opět desky, vznikne zase jen černá fupka, což důkazem, že koule nárazem sploštěná, pružností opět se zkulatila.

Obr. 21.



— Měchýř vzduchem naplněný možno stlačiti; jakmile však tlak ustane, nadýmá se měchýř opětně. — Tyčinka z kostice neb rákosu ano i ze dřeva, brk, žíně, vlas a j. dají se více méně *ohybatí*, vzpříjí se však ihned, jakmile ohybatí je přestaneme. — Úzké proužky skleněné, možno dosti značně ohnouti, aniž by se přelomily. — Tenká vlákna skleněná možno libovolně *skrucovati* a okolo prstu navinovati, přestane-li však působiti síla, kterou tvar a objem jich se změnil, nabývají hned tvaru i objemu původního.

— Patrně jeví se pružnost skla též na skleněné nádobce, spirálně žhavým úhlem roztrhané (obr. 21.). Roztáhnou-li se proužky její od sebe, vytéká z ní voda, přestaneme-li je roztahovati, dotýkají se opět vespolek a nepropouštějí vody.

Nabývá-li tělo, jehož tvar i objem byl účinkem nějaké síly změněn, původního objemu a tvaru *dokonale*, jakmile síla působiti přestala, jest tělo *dokonale pružné*, jinak jest *nedokonale pružné*. Ze zkušeností v příčině této nabytých vyplývá, že jsou všechna tělesa pružná. Mnohá tělesa, jako ku př. olovo, cín atd., jeví však pružnost tak nepatrnou, že v obecném životě za nepružná se pokládají.

Poněvadž jest pružnost účinkem soudrživosti, patrné, že jest pružnost netoliko u rozličných těles rozličná, nýbrž i že pružnost téhož těla změni se, když soudrživost jeho byla se změnila.

Ocel, ač sloučenina málo pružného železa a uhlíku, jeví pružnost velmi značnou. *Měď* a *cín* jsou málo pružné, slitina jejich však, t. j. *zvonovina* jest pružná. *Mosaz*, slitina mědi s cinkem, nabývá kovářím tak značné pružnosti, že i pružná péra z ní se dělají. — *Ocel* rozžhavená a pak ochlazená jest pružná, *měď* a *mosaz*, byvše rozžhaveny a pak ochlazeny, pozbyvají pružnosti. — Proužka kaučuková, dlouho roztažená, nesmrštuje se více úplně. Tyčinka z kostice neb rákosu, byvši dlouho ohnuta, nevzpříjí se již dokonale.

Pružnosti mnohých těles užívá se s výhodou v životě obecném i v průmyslu k účelům rozmanitým.

1. Pružnosti slámy, sena, koudelce, chlupův, žíní, peří a t. p. užíváme ku pohodlí i ku zamezení škodlivého nárazu.

Slamníky a žíněnky, jakož i sedadla a pohovky, vycpané slámou, mořskou trávou, chlupy a žíněmi, peřiny a t. p. slouží nám ku pohodlí hlavně svou pružností. — Do slámy, sena, pilin, koudelce, bavlny a t. p. zaobalujeme rozličné předměty chtějíce je před pohromou, nárazem způsobenou, zachrániti.

2. Pružnost korku jest příčinou, že užívá se ho s tak velikou výhodou ku zátkám.

Korková zátká dá se úsilím do hrdla láhve zatlačiti a roztahujíc se zpružením přiléhá těsně ku stěnám hrdla.

3. Veliká pružnost kaučuku a guttaperčy činí tyto dvě látky spůsobilými k účelům tak rozmanitým.

Z kaučuku dělají se pásy, veškeré části oděvu, balóny a míče, podušky, které vzduchem se naplňují, zátky atd.

4. Struny a provazy prospívají nám pružností svou v mnohých případech.

Struny hudebních nástrojů napínáme více neb méně otáčením kolíčku v jednom neb druhém směru. Druhdý užívalo se strun a provazů též co přístrojů ku zbroji válečné, jako ku př. při luku. Řekové a Římané užívali ve válkách tak zvaných *katapultův* a *ballistův*, jichž hlavní částí byl provaz z železni, střev a žiní upletený, který, byv velmi silně napnut a pak spuštěn, těžké kameny do dálky značně velmi úsilně metal. Skrucováním šňůry pomocí prostrčeného bidélka dřevěného napínají trubláři pilky své více neb méně.

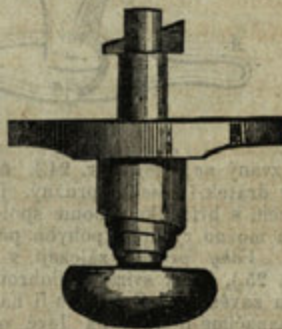
5. Skleněné tabule v oknech našich byly by větrem rozdrčeny, kdyby pružností svon nárazu neodolaly. Z vláken skleněných dají se rozmanité předměty hotoviti.

6. Nejvíce prospívá v životě obecném i průmyslu pružnost kovů, jmenovitě ocele.

V zámku tlačí pružné péro ocelové na kliku i na závoru. — Nože při nůžkách postřiháčských a ku stříhání ovcí užívaných odpuzují se od sebe pružným pérem; mezi rameny svéráku bývá taktéž podobné péro pružné. — Natahování a spouštění kohoutku u ručnic děje se pomocí péra pružného. — Spirálně stočená péra ocelová máme pro pohodlí v sedadlech a pohovkách, menší péra podobná slouží ve svítilnách u kočáru k tomu, aby plamensvíčky vždy v též výšce zůstával; tlačít péro svíčku výše tou měrou, kterou hořením jí nahoře ubývá. Z dětských bouchaček střelí se tím spůsobem, že spirálně stočené péro silně se stlačuje a pak se uvolní — U kočáru umírňují se nepříjemné nárazy pružnými pásy ocelovými na nichž jest kočár zavěšen. — Prudké narážení železničních vozů na sebe zamezuje se péry ze silného spirálně stočeného plechu zhotovenými (obr. 22.), kteráž nárazem se stlačují, ale pružností opět se rozpínají.

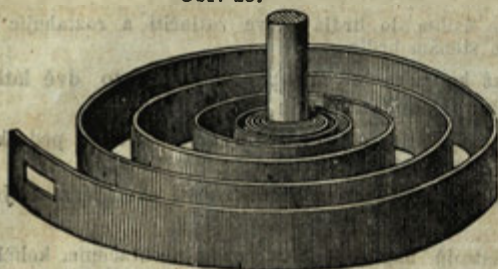
Pružnosti pér ocelových užívá se co *stíly hybné* v hodinkách kapsních i v hodinách kyvadlových, při nichž není závaží. Obr. 23. znázorňuje široké ale tenké pružné péro ocelové, které vnitřním koncem na prostředním hřídelku a koncem vnějším na nehybném sloupku jest připevněno. Natažením hodin

Obr. 22.



stáčí se péro spirálně dohromady, pružností svou pak se rozvinuje otáčí hřídelku a ozubené kolečko na něm nasazené, jež, sáhajíc zuby svými do zubův koleček jiných, celý hodinový stroj ku pohybu puďí. Aby stroj hodinový vždy toutéž rychlostí se pohyboval, k tomu slouží malý hon (setrvačné kolečko,

Obr. 23.



Obr. 25.



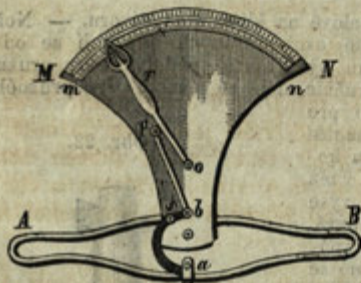
Obr. 24.



Obr. 26.



Obr. 27.



tak zvaný *ne pokoj*, obr. 24.), jehož pohyb spravuje taktéž jemný spirálně svitnutý drátek (*vlásek*), pružný, jedním koncem nehybně upevněný a druhým koncem s hřídelkou honu spojený. Prodloužením aneb skrácením pérka na honu možno rychlost pohybu přiměřeně upravit.

Váhy pružné záleží v pružném ocelovém prutu, v úhlu zahnutém (obr. 25.), který svírá se dohromady tím více, čím těžší jest zboží na spodním háku zavěšené. Zavěsíme-li na hák postupně ku př. 1 lib., 2 lib., 3 lib. atd. a naznačíme-li vždy na levé obloukovité tyčince jak dalece prut se sevřel, určíme takto stupnici, dle kteréž možno váhu předmětu na hák zavěšeného počtem liber stanoviti. Ku vážení lehčích předmětův běže se slabší tyčinka ocelová a stupnice určí se ku př. dle lotův, jež na hák postupně se zavěšují. — Ku vážení psaní užívá se vážek pružných, jichž úpravu znázorňuje obr. 26.

Ve válcovitém pouzdru A jest pružný, šroubovitě svinutý drát S , jež stlačuje kovový kotouč B , spojený tyčinkou C s deskou D , na kterou psaní se klade. Váhou psaní stlačuje se drát a tyčinka C vsouvá se do pouzdra až ku jistému oddílu stupnice, kteráž na drátu C se naznačuje, když na desku D postupně 1 lot, 2 loty, 3 loty atd. se položí.

Siloměr (Dynamometr) t. j. přístroj, kterým síla zvířete (ku př. koně) aneb stroje nějakého při práci se určuje, jest silný ocelový podlouhlý obruč AB (obr. 27.), který jedním koncem ku př. v A se upevní; ke druhému konci B připráhne se kůň aneb spojí se konec tento se strojem, jehož sílu skoumáme. Táhne-li kůň, prodlužuje se siloměr ale spolu se zúžuje, tak že body a a b k sobě se sblíží; kolénko ibp , otáčející se kolem osy b a tlačené obloukovitým raménkem ai , posouvá u p ručičku r , kolem osy o otáčivou, tak že na obloukovité stupnici MN s levé strany ku pravé se posouvá. Má-li sloužiti siloměr též ku měření tlaku, bývá opatřen ještě jednou stupnicí mn , na kteréž ručička naznačuje velikost síly, kterou siloměr příčně se stlačuje. Obě stupnice zhotovují se zkusmo závažím a při každém oddílu stupnice bývá vytknut počet centův neb liber, jímž ručička až k tomu oddílu se posouvá.

Poněvadž pružnost těles během času se mění, nutno stupnici pružných vah i siloměru po jisté době vždy znovu stanoviti.

7. Užívání rákosu, kostice, slonoviny a muobých jiných látek pružných v průmyslu i v domácnosti jest obecně známo.

31. Tažnost. Vyšineme-li částice těla jistou silou ze vzájemné souvislosti tak, že tvar i objem jeho se změní, a podržuje-li tělo tvar i objem, jehož účinkem síly nabylo, i pak ještě, když síla působiti již přestala, jmenuje se *tažným*.

Tažnost jeví se rozličným způsobem; dajíť se tažná těla *nahovovati, ohybati, stlačovati, kroutiti, stáčeti* atd.

Poněvadž tažnost soudrživostí se spravuje, působí vše to, čím soudrživost těles se mění, i také v tažnost jejich.

Smůla, šelak, kalafuna a pryskyřičné látky vůbec, vosk, sklo a jiné hmoty nejsou tažny za nízké teploty, jeví se však značně tažnými, byly-li dostatečně zahráty; klíž jest tažný, je-li dosti vlhký. Cink jest za nízké teploty málo tažný, při teplotě vyšší jest však tažnost jeho tak značná, že nejtenčí drát a co papír tenký plech z něho hotoviti se může; podobně jako cink chová se i vismut. Mosaz a cin jsou však za vyšší teploty méně tažné. Lité železo a ocel jsou velmi tažné, kované železo jest málo tažné.

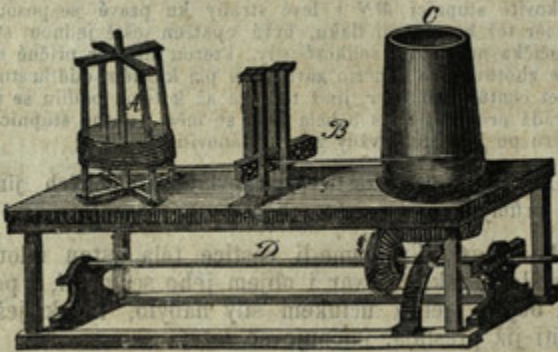
Největší tažnost pozorujeme na kovech, z nichž nejtenčí dráty a nejmenější listky se hotoví; nejtažnější všech kovů jest pak zlato a platina. Ze gránu zlata vytlouká zlatotepec plátek $36\frac{1}{2}$ veliký a z jednoho dukátu listek $14\frac{1}{2}$ pokrývající. Stříbrná tyčinka $22''$ dlouhá a $15''$ tlustá, 2 loty zlata pozlacená dá se vytáhnouti v drát 60 mil dlouhý po celém povrchu pozlacený. Vrstva zlata, drát pokrývající, jest však tak tenká, že 500 000 takých listkův na sebe položených má tloušťku sotva $1''$. Z platiny dělají se drátky tak tenké, že 6000 takových drátků těsně vedle sebe položených má šířku $1''$.

Tažnost jest v životě obecném velmi důležitou.

Kování a válcování *kovův* a vytahování jich v dráty zakládá se v tažnosti jejich. Ze zlata a stříbra dělá se tenký plech, kterým se silnější desky měděné plátují; z desk těch takto pozlacených neb postříbřených dělají se pak rozličné předměty. Hotovení pozlátka pravého (ze zlata) i nepravého

(z tombaku) zakládá se pouze v tom, že z kovů teninké listky se vykovati dají. Z cínu válcuje se tak zvaný *stanniol*, t. j. plech co papír tenký, k rozličným účelům potřebný. Válcováním dělají se z kovů pruty, mající asi 3^{mm} průměru a z těch vytahuje se pomocí přístroje obr. 28. znázorněného drát rozličné tloušťky. Prut na svíjáku *A* navinutý se na jednom konci ztenčí a jedním otvorem v ocelovém provlaku *B* prostrčí, jím pak protáhne a na háček na válci *C* upevní. Válec *C* otáčí se pak soukolím pomocí hřídele *D*, při čemž drát na něj se navinuje. Prostrčí-li se pak drát otvorem menším, stává se ztenčím i možno takto nabýti drátu tloušťky jakékoliv.

Obr. 28.



V tažnosti *skla* zakládá se hotovení všelikých předmětův skleněných. Teninké trubice, vlákna, bánky se stěnou co papír tenkou a jiné podobné předměty jeví patrně značnou tažnost skla.

Guttaperča dostatečně zahřátá jest podajná jako těsto a dají se za tou příčinou nejrozmanitější předměty z ní hotoviti.

Tažnost *dřeva* a *rohu* vidíme patrně na rozličných pracích kolářských, truhlářských a hřebenařských.

32. Pevnost. Oddělujeme-li části pevných těles od celku, jeví se soudrživost odporem, jež silou překonávati musíme. Odpor ten zove se *pevností*. V průmyslu i životě obecném nutno přihlížeti zvláště ku pevnosti, která se jeví, když tělo se přerhne, láme, tlakem rozdrcuje a překrucuje.

a) *Pevnost v tahu.* Odpor, který pozorujeme, když tělo *tahem* přetrhnouti chceme, zove se *pevností v tahu* č. *pevností prostou* (absolutnou).

Zkouškami, jež byly s rozličnými tělesy konány, shledáno, že jest pevnost v tahu rozličných těles rozličná, a že téměř tělu přibývá neb ubývá pevnosti v tahu tou měrou, kterou přibývá neb ubývá velikosti příčného průřezu jeho, z čehož patrné:

Čím silnější (tlustší) jest tyč, provaz, řetěz, atd., tím těžší břemeno možno na ně zavěsiti bez obavy, že se přetrhnou.

Při zkouškách upevnila se tyč z té které hmoty svísnou jedním koncem a druhý konec obtěžkával se závažím tak dlouho, až tyč se

Aby u trámů dřevěných co největší výšky a tudíž i co největší pevnosti se docílilo a dřeva co nejlépe užilo, rozděluje se průměr špalku ab

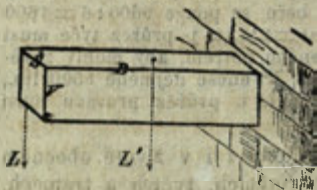
Obr. 29.



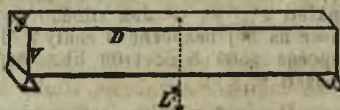
ve tři stejné díly $ac = cd = db$, v rozdělovacích bodech c a d sestrojí se pak kolmice ce a cf směrem protivným; spojením bodů a , e , b , f vznikne pak průřez trámu, jehož výškou v bude af a šířkou s bude bf . U trámu takového jest pak poměr výšky ku šířce jako 7 ku 5, i jest tudíž pevnost jeho mnohem značnější než u trámu čtverečně přisekaného, u kterého šířka a výška jsou stejny. U trámův železných možno pro větší pevnost docílití ještě příznivějšího poměru mezi výškou a šířkou.

Při stejných rozměrech délky D , šířky S a výšky V (obr. 30. a 31.) má trám z téže hmoty nejmenší pevnost v lomu, když jest jedním koncem zadržěn a na druhém konci břemenem L (obr. 30) obtěžkán. Rozložíme-li břemeno L' po celé délce trámu rovnoměrně, unese tentýž trám 2kráté tolik co dříve; budeť působiti břemeno tak, jako kdybychom je byli zavěsili u prostřed trámu tohoto, aneb na konci trámu o polovici kratšího, ješto pak

Obr. 30.



Obr. 31.



délka jest 2kráté menší, jest pevnost 2kráté větší. Tentýž trám, na obou koncích podepřen a u prostřed břemenem L'' (obr. 31.) obtěžkán, unese 4kráté tolik, je-li pak břemeno po celé délce jeho rovnoměrně rozloženo, unese 8kráté tolik, což by unesl, jsa jedním koncem zadržěn a na druhém konci obtěžkán.

Duté trámy a hřídele jsou v lomu pevnější než hmotné, mající stejnou váhu a stejnou délku. Ukazujet nám to příroda sama v dutých stéblech trav a v dutých kostích živočišných.

Pevnost v lomu jest nad míru důležitou ve všech odvětvích stavitelství i ve strojnictví. Pro úplnou bezpečnost obtěžkávají se trámy, hřídele a j. taktéž jen asi $\frac{1}{10}$ neb nanejvýše $\frac{1}{8}$ břemene, jež mohou snést.

c) Pevnost v tlaku jeví se odporem, když chceme tělo tlakem rozmačkati neb rozdrtití.

Ze zkušenosti známo, že jest pevnost tato tím větší, čím větší a kruhové ploše podobnější jest příčný průřez těla a čím více svobnává se tloušťka těla s výškou jeho.

Jehlan a kužel jeví větší pevnost v tlaku než válec, který jest pevnější než hranol. Z hranolův unese nejvíce ten, jehož základnou plochou jest čtverec. Duté sloupy unesou více než hmotné, stejně těžké. Zkouškami dokázáno, že rozdrťí se tlakem, působícím na 1□“ průřezu

žula	5000—9500 liber	malta	372— 750 liber
vápenec	1200—4950 „	pískovec	1200— 11000 „
mramor	3700—9900 „	cihla	490— 2100 „

Pevnosti v tlaku dlužno šetřiti zvláště stavitelům při kamenech stavebních, při stavbě zdí, pilířů, sloupů atd. Pro jistotu obtěžkává se stavební hmota, sloup atd. obyčejně jen $\frac{1}{10}$ toho břemene, jež může nanejvýše snéstí.

d) *Pevnost v kroucení* nazývá se odpor, který jeví se, když chceme tělo překroutiti.

Pevnost tato spravuje se tloušťkou a délkou těla a jest při dutých válcích (hřídelích) větší než při hmotných stejně těžkých a stejně dlouhých.

Důležitá jest pevnost ta zvláště u hřídelů a strojů vrtacích.

33. Přílnavost. Dvě desky z rozličných kovů zhotovené a těsně vespolek se dotýkající přitahují se vespolek tak, že jen jistou silou možno je od sebe odtrhnouti. Podobně přitahují se vespolek deska skleněná a kovová a vůbec dvě různorodá tělesa, dotýkají-li se plochami dosti velikými. Deska skleněná, vložená na povrch rtuti, drží se taktéž rtuti jistou silou, kteráž dá se stanoviti závažím, když desku na místě jedné misky vah na vahadle zavěsíme a na druhou misku tolik závaží vložíme, až jsou váhy v rovnováze; dosti malým přivažkem, ku závaží přiloženým, vyšine se pak vahadlo z rovnováhy a deska se zdvihá, — dotýká-li se však deska povrchu rtuti, musíme mnohem větší závaží ku závaží na misce přidati, chceme-li desku ode rtuti odtrhnouti. Čím větší jest deska, tím většího závaží potřebí k odtržení jí ode rtuti.

Dvě různorodá tělesa, vespolek se dotýkající, *lnou* k sobě jistou silou, kteráž zove se *přílnavost* (adhaesio). Síla tato, poutající vespolek částice těles *různorodých*, liší se od soudrživosti, která částice *též* hmoty vespolek spojuje.

Zkouškami dokázáno, že jest přílnavost týchž dvou těles za okolností jinak stejných tím větší, čím více částic vespolek se dotýká, t. j. čím větší jest plocha, kterou obě tělesa vespolek se dotýkají.

Vytáhneme-li ruku z vody jest *mokrá*, skleněná tyčinka z vody vytážená jest taktéž vrstvou vody pokryta; rtuť však ani ruky ani skla nezmokčí, ke zlatu lne však tak silně, že zlatý předmět rtuti se dotýkající celý vrstvou rtuti se povléká. Posypeme-li ruku výtrusy plavuňovými aneb potřeeme-li jí olejem aneb jakýmkoživ tukem, nezmokčí jí voda.

Přilnavost rozličných těles jest rozličná; kapaliny jeví mnohdy ku pevným tělesům přilnavost větší než jest soudržnost kapalin, tak že částice kapaliny, od celku se oddělívše, na pevném těle lpěti zůstávají a je mokří.

Desky stejně veliké, jež voda mokří, možno při pokusu s vázkami, výše popsaném, týmž závažím od vody odtrhnouti, ač jsou desky z rozličných látek zhotoveny a tudíž rozličnou mají ku vodě přilnavost. Patrně, že závaží značí tu velikost soudržnosti vody, nikoliv však přilnavost.

Ze přilnavosti lze vyložiti veliké množství výjevů, v přilnavosti zakládá se též mnoho výkonův.

Prach osazuje se netoliko na podlaže, nýbrž i na stěnách a na stropu ve světnici, ač měl by dolů padati. — Kapka rtuti nepodrží na cinové ploše tvaru kulovitého, nýbrž roztéká se; podobně roztéká se kapka vody na skle. — Dáme-li na skleněnou desku kapku vody a na tuto skélko z hodiněk, nespadne skélko, když deska se nahýbá; sklání-li se deska pozvolně, otáčí se skélko v kruhu — Dechneme-li na dvě uhlazené desky skleněné neb kovové a stlačíme li je pak k sobě, lnou k sobě tak pevně, že nelze jich od sebe odtrhnouti — Zátka přiléhá ku vřhkému hrdlu láhve mnohdy tak silně, že nelze jí vytáhnouti. — Korková koule, do vody vložená, bývá přilnavosti vody vždy ku stěně nádoby odpuzována. — Dvě korkové koule dostatečně k sobě sblížené (obr. 32.) přitahují se vespolek, neboť vystupují na stěnách jejich do výšky částice vody, které soudrživostí vespolek se přitahují. Vložíme li však

Obr. 32.



Obr. 33.



do vody kouli korkovou a voskovou a zblížíme-li je dostatečně k sobě (obr. 33.), odpuzují se vespolek, ješto voda ku korkové kouli lnoucí, vždy více a více částic vody soudrživostí k sobě přitahuje, čímž koule vosková, které voda nemokří, se odpuzuje — Kapka oleje, na povrch vody položená, rozšíří se na povrchu vody; silice (oleje prchavé) povlékají povrch vody rychleji, majíce větší přilnavost ku vodě než oleje; líh rozširuje se však ještě rychleji na povrchu vody, neboť lne ku vodě silou velmi značnou. Vstoupí-li kdo z venku do světnice, cítíme zápach čerstvého vzduchu, jenž na oděvu jeho se osadil. Po zápachu oděvu poznáváme lékárníka, kupce, myslivce, koželuha, kočího, kuřáka atd. Ve sklenicích vidáme vzduch co perličky u vnitř na stěnách, neboť lne ku stěně i tenkrát, když sklenice kapalinou se naplnila.

V přilnavosti zakládá se psaní a kreslení křídou, tužkou, uhlem atd.; plátování kovů; pozlácování, postříbřování, poplatinování; pocínování železného plechu; polévání nádob; voskování nití; broušení nožů (částice ocele lnouce ku brusu oddělují se od celku); bílení, barvení, malování, natírání, psaní; tisk knéh a rytin; kamenopis; klížení a slepování; spájení kovů; spojování kamenův a cihel maltou; tmelení kovů, dřeva, skla, porcelánu atd.; dělání svíček; zapečetování listův a užívání nálepkův na obálky listův atd.

Hotovení našich domácích zrcadel zakládá se taktéž na přilnavosti. Na stanniol (cinovou desku jako papír tenkou) rozestře se čistá rtuť a na tuto přiloží se čistá skleněná deska, která se obtěžká. Takem přilne rtuť s jedné strany ke sklu a s druhé strany ku staniolu a zrcadlo jest hotovo. V roce

1790 sestavil *Vera* na základě přilnavosti zvláštní stroj ku zdvihání vody. Lněný popruh otáčel se velmi rychle kolem dvou břidelův, z nichž jeden nalezal se dole ve vodojemu, druhý ve výšce (ku př. v prvním patře) ve zvláštní nádobě, ve které sbírala se voda, jež na popruhu z vody rychle stoupajícím přilnavostí byla se nahromadila. Ač dosti vhodný nevesel stroj tento v užívání obecné, ješto popruhy vlhkem a třením brzy se kazí a tření veliké síly vyžaduje.

Mnohdy bývá nutno přilnavost zameziti.

Chceme-li dřevo před vlhkem zachrániti, vyvážíme je v oleji neb je potíráme látkami takovými, ku kterým voda nelze; podobně zabraňuje se potíráním kovů rezavění jich. Džbány bývají opatřeny tak zvanou hubičkou, aby při vylévání kapaliny z nich stékání kapaliny po stěnách vnějších se zamezilo. Vodní ptáci vylučují ze zvláštní žlázy tuk, kterým peří své navlhčují, aby voda k němu nelnula. Chlupy některých ve vodě potravy vyhledávajících ssavcův jsou taktéž tukem naplněny.

34. Vzlinavost. Zavěsíme-li bavlněný knot tak, aby dolejší koncem byl ponořen do oleje neb do vody, tož shledáme, že za krátký čas jest celý knot vlhký. Dotýká-li se arch pijavého papíru jedním rohem vody, jest brzy celý arch vodou pro-sáklý. Podobně proniká voda naskrze cukr, houbu, dřevo, hlinu, ciblu ano i kámen, když jedním koncem jí se dotýkají. Ve skleněné nádobě stojí voda na stěnách vždy výše než u prostřed a z té příčiny jest v úzkých nádobách povrch její vyhlubený (obr. 34). Ponoříme-li do vody úzkou trubici skleněnou, jest netoliko povrch vody ve trubici vyhlubený, anobrž voda stoupá ve trubici tak, že stojí v ní výše než v nádobě (obr. 35).

Obr. 34. Obr. 35.



Z těchto a těm podobných úkazův patrnó, že přilnavost kapalin ku tělesům pevným mnohdy větší jest než tíže, neboť stoupá-li kapalina na stěnách nádoby aneb v průlinkách pevného těla aneb v úzkých trubicích, přemáhá zajisté přilnavost váhu, která částicím kapaliny vzstoupati zabraňuje.

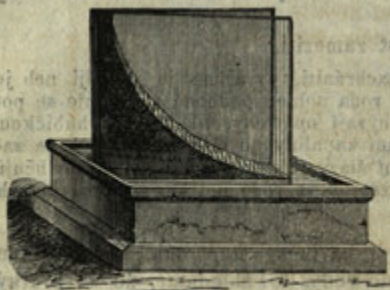
Přilnavost, jevíci se stoupáním čili *vzlínáním* kapaliny na těle-sech pevných, zove se *vzlinavostí*. Druhdy byla vzlinavost hlavně v úzkých, *vláskových* trubicích pozorována a nazývala se tudíž *vláskovitostí* (capillaritas).

Poněvadž váha kapaliny vzlinavosti odporuje, *přibývá vzlinavosti kapaliny tou měrou, kterou váhy její ubývá*.

Čím užší jest trubice (obr. 35) do vody neb do jiné k ní inocéi kapaliny ponořená, tím méně váží kapalina ve trubici od ostatní kapaliny oddělená a tím výše stoupá tudíž kapalina ve trubici. Nejvýše stoupá tedy kapalina v průlinkách, jež za trubice přeúzké pokládati možno. Dá se to dokázati též dvěma skleněnými, v ostrém úhlu se stýkajícími deskami (obr. 36), do vody neb do líhu postavenými. Kde jsou desky k sobě nejvíce sblíženy, tam vystoupí kapalina

nejvýše. Obyčejně brává se k pokusu kapalina barevná, aby povrch její, který se jeví co křivka, byl zcela patrným.

Obr. 36.

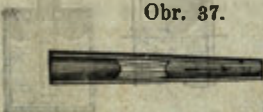


Vzlínavost jest původem mnohých úkazův i používá se jí k rozmanitým účelům.

Kapka vody má v kuželovité, vodorovně položené, úzké rource skleněné tvar obr. 37. znázorněný a pohybuje se vzlínavostí ku konci s otvorem užším; kapka rtuti v rource takové jest na obou koncích zakulatělá (obr. 38.) a puď se k otvoru širšímu, ješto soudržnosť rtuti většit jest než přilnavost její ke sklu. — Hromada písku, dole s vodou se stýkající bývá brzy celá vodou proniknuta. — Stavení ve vlhkém místě jsou vlhká, ješto voda zeď naskrze prolne a z ní prosakuje. — Květinové

hrnce jsou dole opatřeny otvorem, kterým voda do podložené misky nalitá, až ku kořenům rostlin vzstoupá. — V knotech svíček a kabanů našich postupuje vzlínavostí světlo až ku plameni. — Psací papír jest klížený, t. j. průlinky jeho jsou kličem vyplněny, aby inkoust na něm se neroztékal jako na papíru pijavém. — Dřevo napouští se roztokem solí, aby vlhkosti vzdorovalo, a taktéž napájí se naskrze barvivem, pouze účinkem vzlínavosti. — Tak zvané

Obr. 37.



Obr. 38.



žez děje se proto, aby kaučuk i v tuhé zimě pružným zůstával, zakládá se v tom, že roztopená síra průlinky kaučuku naskrze proniká. — Skřípec psacích per našich slouží k tomu, aby inkoust v nich se udržoval. — Bavlněnou páskou jedním koncem do kapaliny v nádobě výše položené ponořenou a druhým koncem do nádoby níže položené sáhající převádí se kapalina z nádoby hořejší do nádoby dolejší.

35. Prolinavost. Dáme-li do bezedné láhve *b* (obr. 39), dole měchýřem obvázané, líh, a zavěsíme-li láhev do nádoby *nn*, ve které jest voda, shledáme v brzku, že kapaliny v láhvi *b* přibývá. Stál-li ku př. líh v láhvi tak vysoko jako voda v nádobě *nn*, naplní v brzku celou láhev a stoupá i ve trubici *aa* až k *r*, ba i výše, až konečně z ní vytéká. Patrně, že voda z nádoby *nn* průlinkami měchýře do láhve *b* vniká; líh směšuje se však též v nádobě *nn* s vodou, procházejí průlinkami měchýře a toto přecházení vody do líhu a líhu do vody trvá tak dlouho, až obě kapaliny stejnoměrně spolu se smísí. Tentýž úkaz pozorovati i při jiných dvou různorodých kapalinách, jsou-li od sebe průlincitou stěnou odděleny a vespolek směsitelný.

Takovéto míchání dvou nestejnorodých vespolek směsitelných kapalin, průlinkami stěny, kterou jsou od sebe odděleny, pronikajících č. *prolinajících* zove se *prolinavost* (endosmosa).

Prolinavost jest účinek *vzlínavosti*, kterou kapalina do prů-

linek vniká, a vzájemné *přitažlivosti* částic obou kapalin, které spolu se směšují. Čím rychleji jedna z obou kapalin do průlinek postupuje, tím více vnikají za tutéž dobu do kapaliny druhé, kteréž pak přibývá.

Důležitost prolinavosti jeví se zvláště v rozvádění šťáv potravných v ústrojích těla živočišného a rostlinného.

36. Pohlcování. Uhasíme-li žhavý uhel dřevěný ve rtuti a necháme-li jej vyplouti na povrch rtuti ve válci, jehož hořejší část jest naplněna kyselinou uhličitou, rtuť od vzduchu vnějšího oddělenou (obr. 40), tož vystoupí rtuť za kratičkou dobu, až k hořejšímu konci válce, byli-li objem kyseliny uhličitě asi 20krát tak veliký jako objem uhu. Užijeme-li ku pokusu tomu na místě kyseliny uhličitě plynného čpavku a na místě uhu vody, vyplní voda a rtuť taktéž celý objem válce.

Úkazův těchto nelze vyložiti jinak leč tím, že kyselina uhličitá do průlinek uhu vnikla a čpavek průlinky vody prolul, čímž plyny ty staly se neviditelnými.

Přilnavost plynův k tělesům pevným a ku kapalinám jest tudíž tak veliká, že plyny netoliko na povrchu těles pevných a kapalin se nahromadují, nýbrž i do průlinek, jejich u velikém množství vnikají a v nich se zhušťují jako by byly od nich *pohlčeny*, pročež výjev ten *pohlčováním* (absorptio) se nazývá.

Pevná tělesa pohlcejí netoliko plyny, nýbrž i kapaliny, jakož to snadně možno pozorovati na dřevě do vody vloženém.

Poněvadž pohlcování jest účinek přilnavosti, kteráž jest mezi rozličnými tělesy rozličná, patrně, že totéž pevné tělo pohlcuje rozličné kapaliny a rozličné plyny, jakož i táž kapalina rozličné plyny v množství rozličném; z rozličné přilnavosti vyplývá též, že tentýž plyn a táž kapalina od rozličných těles bývají v rozličném množství pohlčeny.

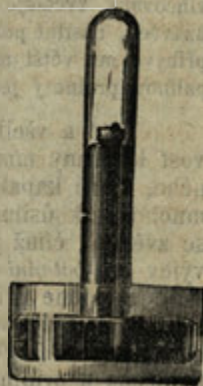
Tak pohlcuje ku př. čerstvý, právě vypálený uhel zimostrázový v jedné krychlové stopě svého objemu:

čpavku	90	kr. stop
chlorovodíku	85	" "
kyseliny siřičité 65	"	"
sírovodíku	55	" "

Obr. 39.



Obr. 40.



kysličnku dusnatého	40	kr. stop	kyslíku	9.25	kr. stop
kyseliny uhličité	35	" "	dusíku	7.5	" "
kysličnku uhelnatého	9.42	" "	vodíku	1.75	" "

Jeden žejdlík vody pohlcuje :

dusíku	0.015	žejdlíků	kyseliny uhličité	1.002	žejdlíků
vzduchu	0.018	"	sírovodíku	3.233	"
vodíku	0.019	"	kyseliny siřičité	43.564	"
kyslíku	0.02	"	čpavku	727.2	"

Z pohlcování lze vyložití mnohé výjevy.

Z cukru neb soli vystupují, když do vody je hodíme, četné bublinky vzduchu, jež v průlínkách byly pohltily a jež voda, zaujímajíc jeho místo, z nich vypuzuje. Naplníme-li skleněnou nádobu vodou a zahríváme-li ji, spatříme brzy na dně nádoby četné bubliny vzduchu, jež skleněná stěna k sobě dříve poutala a který teprv nyní, teplem se roztáhnuv, se objevuje. — Ve vyleželem pívě a víně šampaňském jest mnoho kyseliny uhličité, která šumíc úsilně z kapaliny uniká, když do sklenic je přeléváme. — Kyselky (kyselý vody) chovají taktéž v průlínkách svých pohlcenou kyselinu uhličitou. — Uhlí na prach rozetřené pohlcuje vzduch velmi úsilně, čímž mnohdy tak velice se zahrívá, že v plamen se vznímá. — Chlorid vápennatý pohlcuje vodní páry u velikém množství, pročez užívá se ho k vysušování vzduchu. — Soli, vnitřně páry vodní ze vzduchu, vlhnou a roztékají se. — Platina čistě uhlazená, do smíšeniny kyslíku a vodíku ponořená, pohlcuje oba tyto plyny tak úsilně, že zhustivše se spolu se slučují a vodu skládají. Zvláště pohlcuje však plyny v míře neobyčejné tak zvaná houba platinová, t. j. platina měkká, houbovitá, drobná. — Rtuť ve tlakoměrech stýká se v otevřeném rameně se vzduchem, jež pohlcuje. Pohlcený vzduch prochází pak průlínkami rtuť až do prázdna nade rtuť v rameně zavřeném i musí se pak vždy po jisté době odtud jakož i ze rtuť vypuzovati.

V životě obecně a průmyslu užívá se nejvíce pohlcování vody a uhlí, zvláště uhlí z kostí vypáleného. Ve vodě rozeslají se plyny i připravují se z ní rozličné obcerstvující i léčivé nápoje. Uhel slouží ku čistění vody, octa, líhu, šťávy z řepy cukrové vytlačené, neboť pohlcuje plyny i kapaliny, které jsou původem nepříjemného zápachu aneb zvláštní barvy kapalin výše jmenovaných. Pokažený vzduch ve světlici taktéž uhlím čerstvě vypáleným se očišťuje a nemilého zápachu pozbavuje.

37. Botnání. Dřevo, jež bylo delší čas ve vodě ponořeno, nabývá netoliko větší váhy, nýbrž i většího objemu. Hrách vodou navlhčován zvětšuje objem svůj tak úsilně, že i nádobu, ve které jest uzavřen, násilně potrhá. Navlhčený provaz zkracuje se sice, ale tloušťky přibývá mu větší měrou, než délky ubývá. Arch papíru jakoukoliv kapalinou prolnutý jest větší než dříve, pokud byl suchý.

Tyto a všeliké podobné úkazy nasvědčují tomu, že prolina-vost kapaliny mnohdy větší jest než soudrživost částic těla pevného, které kapalina prolnula. Vnikáť kapalina do těla pevného mnohdy tak úsilně, že částice jeho od sebe se vzdalují a průlínky se zvětšují, čímž pevné tělo většího objemu nabývá č. *botná*, pročez výjev ten *botnáním* se nazývá.

Podobně přibývá též objemu kapalin, když dostatečné množství plynu byly pohltily.

Vypudí-li se teplem aneb jinak kapalina od pevného těla pohlcená z průlínky těla, zmenšují se průlínky, částice srážejí se

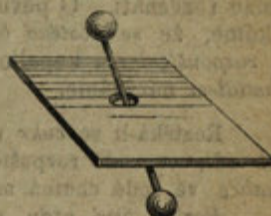
opět dohromady, tělo se smršťuje a nabývá opět původního, menšího objemu. Podobně smršťuje se i kapalina, když plyny z ní byly vypuzeny.

Okna a dvěře nabobtnávají mnohdy tak, že nelze jich zavřítí. — Papír neb prkénko, byly-li na jedné straně navlhčeny, skrucují se na druhou stranu, poněvadž na straně navlhčené objemu jim přibývá. — Botnání dřeva užito mnohdy ku zaslání tajných zpráv. K účeli tomu vytlačila se do hole z lípového dřeva slova, načež hůl až k vyhlubeným slovům se ohoblovala, tak že ničeho nebylo na ní patrné. Odevzdal-li posel hůl, komu přináležela, ponořila se hůl do vody, načež dřevo na místě tom, kde bylo stlačeno, silněji nabotnalo a vyvstalo, tak že bylo možno slova zřetelně čísti. Vysoustruhuje-li se z měkkého, silně stlačeného dřeva tyčinka, ukončená kuličkami, z nichž jedna udělá se poněkud menší, aby otvorem v prkénku (obr. 41.) protlačiti se mohla a navlhčí-li se pak protlačená kulička vodou, tož nabotná tak, že nazpět protáhnouti se nemůže; hračka tato způsobuje mnohdy dosti podivění. — Papír ku kreslení napíná se na prkno vlhký, neboť zmokřením se natahuje, uschnutím pak opět se smršťuje a hladce na prkno přiléhá. — Truhláři, koláři a bednáři ohybají dřevo ku svým pracím, s jedné strany je navlhčující a s druhé strany současně je zahřívající; na straně navlhčované dřevo botná a částice jeho se rozstupují, na straně zahřívované pak dřevo vysychá a smršťuje se. Botnáním přibývá mnohdy dřevěným nádobám objemu tak úsilně, že i železné obruče jejich se trhají; naopak možno opět nádoby dřevěné, jichž dužiny vyschnutím vody se byly smrštily a od sebe rozstoupily, ku potřebě upravití pouhým vložením jich do vody aneb naléváním do nich vody (zvláště horké). — Suché klíny dřevěné, do mezery ve skále zaražené, roztrhnou i nejsilnější skálu, když byly navlhčeny. Ve Francii připravují tím způsobem v některých krajinách mlýnské kameny; vytesají totiž ze skály dlouhý sloup, do toho vysekají v určitých vzdálenostech skuliny, do kterých zaradí dobře vysušené dřevěné klíny. Navlhčí-li se klíny, byt jen noční rosou neb mlhou, nabotnají tak silně, že sloup v části roztrhnou. — Botnání dřeva pouze po jedné straně bývá příčinou, že prkna se bortí a skrucují, což zvláště nábytku škodí. Prkna na podlahu, jakož i na nábytek musí býti suchá, neboť vysychajíce teplem ve světlici smršťovala by se. — Nábytek natírá a leští se netoliko proto, aby byl úhlednější, nýbrž i proto, aby prálinky dřeva nátěrem se vyplnily a vody vnímati nemohly. — Pytevníci, chtějíce rozdělití umřelí lebku v jednotlivé kosti, z nichž se skládá, naplňují ji hrachem, který navlhčen tak úsilně botná, že lebku roztrhne.

Smršťování se provazů, popruhů, strun a vůbec všech kroucených a točených těles ústrojných ve vlhku nabotnávajících jest obecně známo. Šňůry, na něž zavěšuje se prádlo, vnímají z vlhkého prádla vodu a botnajíce, skrucují se tak úsilně, že se přetrhnou. — Že na houslích a jiných nástrojích hudebních střevové struny ve vlhku často se trhají, jest zkušeností dosvědčeno. — Předené a tkané látky oděvní smáčejí se dřívě, než oděv z nich se hotoví, aby nabotnavše již napřed dostatečně se smrštily. Vyschnuvše nenabývají látky ty již více většho objemu původního a zůstávají smrštěny.

Důležité jest botnání obilí. Zkouškami dokázáno, že obilí vodou skropenému a tím nabotnalému přibývá asi 15% na váze, ale asi 30—45% v objemu, t. j. téměř 2—3krátě tolik v objemu co na váze, tak že ku př. z jednoho korce suchého obilí, který váží 100 liber, povstává botnáním 1,2 až i 1,4 korce o váze 115 liber. Proto přihlížejí obchodníci při koupi i prodeji obilí

Obr. 41.



netoliko k objemu, nýbrž i ku váze jeho, i bylo by vůbec prospěšnější, obili kupovati i prodávati na váhu, nikoliv na míru, ješto vlhkem váha jeho menší proměny doznává než míra.

38. Roztok. Smočíme-li kus cukru jedním koncem do vody, zpozorujeme, že voda do průlinek cukru vniká a brzy celý kus prolne; spolu však vidíme, kterak spodní část cukru rozplývá se v částice velmi jemné, kteréž, oddělivše se od celku, ve vodě se rozptylují, tak že zraku mizí.

Vniká-li kapalina do průlinek těla pevného, bývá přilnavost kapaliny ku tělu pevnému mnohdy tak veliká, že i soudržnost částic jeho překonává, tak že pevné tělo se rozpadá v jemné částice, jež v kapalině tak se rozptylují, že jich od částic kapaliny nelze rozeznati. O pevném těle v kapalině takto se rozplývajícím říkáme, že *se roztéká* č. *se rozpouští*, pročež výjev tento *roztokem* č. *rozpuštěním* a kapalinu, ve které pevné tělo se rozpouští, *rozpuštěm* nazýváme.

Roztéká-li se *cukr* ve vodě, nabývá voda chuti *sladké*, *kuchyňská sůl*, ve vodě rozpuštěná, dává roztoku chuť *slanou*, *roztok zelené skalice* ve vodě chutná *nasládlé trpce* a má barvu *zelenou*.

Roztok jeví vždy podstatné vlastnosti rozpuštěného těla i rozpuštědla.

Aby pevné tělo v kapalině nějaké se roztékalo, musí kapalina pevné tělo prolnouti a soudržnost jeho překonati, což možno jen tenkrát, když jest přilnavost rozpuštědla ku pevnému tělu dosti veliká. Přilnavost vody k solím a cukru jest značná, ku látkám pryskyřičným a tukům nepatrná, proto rozpouštějí se soli a cukr ve vodě snadně, nerozpouští se však v ní smola. Kovy roztékají se v kyselinách, pryskyřičné látky v líhu, mastnoty v étheru, kaučuk v bezvodném sírouhlíku atd., vůbec *vyžadují rozličná pevná těla podle rozdílné povahy své také rozličných rozpuštědel.*

Ve 100 librách *studené* vody roztéká se nejvýše: 50 liber *zelené skalice*, 37 liber *kuchyňské soli*, 33 liber *skalice modré*, 13 liber *ledku*, $\frac{1}{5}$ libry *sádry* atd. Dáme-li do vody více pevného těla, než ho může nanejvýše rozpustiti, zůstává přebytek nerozpuštěn.

Pevné tělo roztéká se v kapalině v určitých mezích, t. j. v *rozpuštědle možno při určité teplotě jen určité množství pevného těla rozpustiti.*

Kapalina, ve které rozpuštěno pevného těla tolik, kolik může ho nanejvýš se rozpustiti, nazývá se *roztokem nasyceným.*

Ve 100 librách vody *studené*, z *tajícího ledu* právě vzniklé, rozpouští se pouze 13,2 liber *ledku*, ve 100 dílech *vařící* vody roztéká se však 236 liber *ledku.*

Čím teplejší rozpuštědlo, tím dříve a zhusta i tím více pevného těla v něm se rozpouští.

Roztéká-li se více soli zároveň v témž rozpustidle, ku př. ve vodě, *roztéká se každé tolik, kolik by jí samé o sobě se rozpustilo*. V roztoku jednou solí nasyceném možno mnohdy jiné soli rozpustiti více než v pouhém čistém rozpustidle.

Užitek roztoku jest velmi značný. Mnohé látky teprv pak nám prospívají, když se byly rozpustily, jako ku př. rozličné soli, cukr, křeh atd. — Skvrny na oděvu, papíře atd. dají se vyčistiti kapalinami, ve kterých skvrny se roztékají. — Prádlo vyváří se ve vodě, ve které mýdlo bylo se rozpustilo a tím se čistí, t. j. skvrn pozbavuje. — V lékárnách připravují se rozmanité léky z roztoků pevných těles ve vodě, olejích, silicích a jiných kapalinách. — Malíři rozponštějí barvy ve vodě neb v oleji. — *Kolloidum*, jehož fotografové potřebují a z něhož i malé velmi jemné a velmi lehké balónky a jiné věci se dělají, jest ztuhlý roztok stříelné bavlny v étheru. — Rozpustí-li se kovy ve rtuti, vzniknou tak zvané *amalgamy*, jichž se ku př. ku zlacení i stříbření v ohni a ku mnohým jiným účelům užívá. —

Ve vodě roztékají se rozličné látky, s kterými ve vzduchu i v zemi se stýká, i dávají jí rozličných vlastností i účinkův, tak že rozeznáváme rozličné druhy vody. *Voda dešťová* obsahuje pouze skrovné množství plynův, jež byla pohltila; *voda sněhová* jest zcela čistá. *Voda pramenitá* č. *studničná* obsahuje vždy více méně solí, jakož i kyselinu uhličitou, která jí příjemné chuti dodává. Poněvadž ve vodě takové nelze luštěním na měkko uvariti, zove se *vodou tvrdou*. *Voda říčná* liší se od pramenité tím, že vyloučila na dlouhé cestě své kyselinu uhličitou a některé ze solí v ní rozpuštěných, ale za to rozpustila rozličné látky ústrojně (živočišné i rostlinné), i nazývá se tak jako voda sněhová *vodou měkkou*.

Voda mořská chová asi 3,5% pevných hmot rozpuštěných a má chut velmi nepříjemnou.

Ve vodách minerálních, jež co léky slouží, jsou rozpuštěny látky rozličné ve množství značnějším než ve vodě pramenité. Takové vody jsou ku př. *kyselky*, vody *hořké*, *slané*, *sírnaté* atd.

39. Směšování. Do líhu, vína, piva neb mléka můžeme jakékoliv množství vody nalíti, podobně možno každé tělo pevné s nějakým jiným pevným, kapalné s kapalným a plynné s plynným v množství zcela libovolném směšovati.

Spojování dvou různorodých těles stejného skupenství v jediný celek zove se *směšování*, tělo pak, které smíšením bylo vzniklo, nazýváme *směs*.

Směs liší se podstatně od roztoku tím, že roztok vyžaduje jistého určitého množství těla *pevného*, které se roztéká, a *kapaliny*, která co rozpustidlo slouží, kdežto směs vzniká z těles *stejného skupenství* ve množství zcela libovolném.

Jako v roztoku jeví se vlastnosti těla rozpuštěného i rozpustidla, tak pozorujeme na směsi, ač jeví se co hmota stejnorodá, vlastnosti oněch hmot, z nichž byla vznikla.

Kovy směšují se vespolek roztopením a dostatečným promícháním č. *sléváním*, pročež směs kovů *slitinou* se nazývá.

Směšování jest v životě obecném i v průmyslu velmi důležité.

Slitin kovových užívá se v průmyslu velmi mnoho. Nejvíce slitin dělá se z mědi a některého jiného kovu. Tak jest ku př. *mosaz* slitina z 71,5 dílů mědi a 28,5 d. cinku, *tombak* slitina z 84,5 d. mědi a 15,5 d. cinku; z mosazi i tombaku na teninké lístky roztepaného dělá se *nepravé pozlátko*, z jehož odpadků připravují se rozmanité barvy bronzové. — *Zvonovina* skládá se ze 78 částí mědi a 22 částí cínu, *dělovina* z 91 č. mědi a 9 č. cínu, *bronz* z 82,5—91,4 č. mědi, 10,3—4,2 č. cinku a 5,7—1,7 č. cínu; *pakfong* č. *argentan* jest slitina z 50—66 částí mědi, 19—31 č. cinku a 13—18,5 č. niklu; *pakfong* galvanicky postříbřený zove se *stříbrem čínským*.

Slitina stejného množství cínu a olova dává obecnou *pájku měkkou* č. *klempířskou*, směs z 1 dílu cínu a 2 dílů olova jest *pájka silná*, která se roztápí teplotou vyšší než klempířská.

Slitiny *vismutu, cínu a olova* vynikají tím, že tají při teplotě mnohem menší než každý z těchto kovů sám o sobě. Slitiny takové jsou ku př. *kov Newtonův* z 8 dílů vismutu, 5 d. olova a 3 d. cínu, *kov Roseův*, který ve vrělé vodě se roztápí, skládá se ze 2 d. vismutu, 1 d. olova a 1 d. cínu. Pro snadnou roztopitelnost užívá se slitin těch k účelům velmi rozmanitým.

Slitiny rtuti s jinými kovy zovou se tak jako roztoky kovů ve rtuti *amalgamy* a slouží k účelům rozličným.

Stříbro čisté jest příliš měkké a otírá se příliš rychle; slitina stříbra s mědí jest značně tvrdší a pevnější, proto slévá se stříbro vždy s mědí, mají-li z něho býti zhotoveny nádoby, šperky, peníze a j.

Mnoho-li stříbra ryzího ve slitině obsaženo, naznačuje se počtem lotů čistého stříbra v jedné hřívně, t. j. v 16 lotech slitiny. Tak jest ku př. stříbro 16lotové čisté, ryzí; 14lotové neb 12lotové stříbro jest slitina, ve které na 16 lotů váhy připadá 14 neb 12 lotů ryzího stříbra a 2 neb 4 loty mědi. V Rakousku, Francii a v Německu razí se stříbrné peníze ze stříbra 14,4 lotového t. j. ze slitiny, ve které na 16 lotů váhy připadá 14,4 lotu stříbra a 1,6 lotu mědi. Z *mincovné libry*, kteráž téměř 28 $\frac{1}{2}$ lotu obnáší a z 9 dílův stříbra a 1 dílu mědi se skládá, razí se 45 rakouských zlatníků, 30 pruských tolarů a 112 $\frac{1}{2}$ francouzských franků. Do peněz drobných (dvacetikrejcarů, desetikrejcarů a j.) přidává se více mědi, poněvadž oběhem více se otírají a hotovení jich poměrně dražší jest. V Rakousku razí se z mincovné libry čistého stříbra nejvýše za 51 $\frac{3}{4}$ zl. r. č. drobných peněz.

Zlato slévá se s většinou ostatních kovů i amalgamuje se snadno rtutí; čisté zlato jest příliš měkké, sléváním se stříbrem a mědí však tvrdne, proto hotoví se zlaté klenoty, nádoby, peníze a j. vždy ze slitiny zlata a stříbra aneb zlata a mědi.

Slévání zlata se stříbrem nebo mědí děje se vždy měrou zákonem ustanovenou. Hřívna t. j. 16 lotů slitiny dělí se ve 24 karáty a karát ve 12 zrn. Pojmenování slitin zlata jest podobné jako u slitin stříbra. Tak jest ku př. zlato 19karátové slitina, jejíž jedna hřívna z 19 karátů zlata a 5 karátů přísady se skládá. U nás rozeznáváme zlato číslo 1., kteréž jest 7 $\frac{1}{12}$ karátové, čís. 2. 13 $\frac{1}{12}$ karátové, čís. 3. 18 $\frac{1}{12}$ karátové a dukátové 23 $\frac{1}{12}$ karátové. Váží-li tudíž ku př. předmět ze zlata čís. 2. jednu hřívnu, tož jest v něm 13 karátů a 1 zrno ryzího zlata a 10 karátů a 11 zrn přísady.

Střelný prach jest směs síry, ledku (salnytru) a dřevěného uhlí a připravuje se tím způsobem, že nejprvé každá z těchto hmot sama o sobě na nejmenější prášek se rozmělní a vodou pokropí, načež v náležitém množství co možná nejlépe vespolek se promíchají, čímž vzniká těsto, které skrze síto protlačené zrnitou směs t. j. střelný prach dává. Na 100 liber *prachu ručníčného* brává se 74.₈₄ liber ledku, 11.₈₄ lib. síry a 13.₃₂ lib. uhlí; na 100 liber *prachu dělového* č. *trhacího* brává se 66.₀₃ liber ledku, 10.₄₅ liber síry a 23.₅₂ liber uhlí.

Pečetní vosk červený jest směs šelaku, benátského terpentýnu, peruánského balsámu a čisté rumělky, na špatnější vosk brává se méně rumělky nebo místo ní minium, plavená křída, mastix; *černý pečetní vosk* nejpěknější skládá se ze šelaku, pálené slonoviny, trochu terpentýnu a trochu storaxu, špatnější dělá se z kalafuny, křídly a koptu. Nahradí-li se rumělka neb kopt jiným barvivem, nabudeme pečetního vosku jiné barvy.

Smíšením líhu s vodou nabýváme *kořalky*; kyselina dusičná s vodou smíšená dává *lučavku*, která má odtud svůj název, že užívalo se jí k odlučování zlata od jiných kovů; smíšenina 1 části kyseliny dusičné s 2—4 částmi kyseliny solné dává *lučavku královskou*, která rozpouští téměř všechny kovy, i takové, které kyselinami jinými se nerozpouštějí, jako ku př. zlato (krále kovů), platina a j.

40. Hranění č. krystalení. Roztopíme-li v nějaké nádobě větší množství síry a ochladíme-li ji pozvolna, až objeví se pevná kůra na povrchu roztopeniny, propíchneme-li pak tuto kůru a vylijeme-li část síry, která ještě kapalnou zůstala, tož uztříme po úplném vychladnutí pevnou síru osazenu na stěnách nádoby ve tvarech malých, ale zcela pravidelných, rovnými, hladkými a souměrně rozloženými plochami omezených. Podobně nabudeme též pravidelných tvarů vismutu a jiných těles pevných buď roztopených buď v nějaké kapalině rozpuštěných.

Tělo pevné, stejnorodé, mající od přírody tvar pravidelný, t. j. omezené plochami rovnými, jež působením soudrživosti byly vznikly, v rovných hranách vespolek se stýkají a souměrně rozloženy jsou, nazývá se *hráň* č. *krystall*; seřadování molekul těla ve tvar pravidelný, totiž ve *hráň*, jmenuje se *hranění* č. *krystalení*.

V tělesech hraněných jsou molekuly *pravidelně* seřaděny. Má-li tudíž tělo dokonale se vyhraniti, musí býti hmota jeho *kapalná* aneb *vzdušná*, neboť jen v tom případě mohou molekuly bez překážky směrem působících sil se pohybovati a v *pravidelný celek se seřadovati*.

Poněvadž tělo pouze účinkem soudrživosti vyhraňuje, patrné, že hranění napomáhá vše, čím soudrživost se zvyšuje aneb čím překážky soudrživosti se odstraňují.

Hranění podporuje se tudíž:

1. *Ponenáhlym ochlazením* těla roztopeného aneb v páru proměněného, neboť ochlazením zmenšuje se odpudivost molekul, tak že může soudrživost pak snáze v ně působiti.

Ochlazujeme-li ponenáhu veliké množství roztopeného *olova*, vylučují se z roztopeniny hráně. Jímáme-li páry *jódu* ve veliké ochlazené nádobě, zhušťují se a osazují se v hraních na dně i na stěnách nádoby. *Páry vodní*, byvše za silného mrazu na studených tabulích v oknech značně ochlazeny, hraní a skládají pak na oknech tvary květům podobné. Ve mrazivých vrstvách vzduchu přecházejí vodní páry ve skupenství pevné a krystalující tvoří pak jehličky, které ve vzduchu klidném skládají tvary pěkné, hvězdovité, co *sněh* obecně známé.

2. *Ochlazením* aneb *odstraněním rozpustidla*, bylo-li pevné tělo v kapalině rozpuštěno.

a) Rozpouští-li se pevného těla ve vřelé kapalině více, než v též kapalině chladné, a byl-li roztok v horké kapalině nasycen, tož osazují se z roztoku hráně pevného těla, když roztok se ochladí.

V horké vodě roztéká se ledek ve množství mnohem větším, než ve studené; rozpustíme-li tudíž v horké vodě ledku tolik, kolik potřebí, aby roztok byl nasycen, a ochladíme-li pak roztok, osazují se na stěnách nádoby hráně ledku.

Roztéká-li se pevného těla ve studené kapalině více než ve vřelé, musíme, jak patrno, roztok zahřáti, chceme-li hrání pevného těla nabýti.

b) Zahříváme-li ponenáhu nasycený roztok tak dlouho, až část kapaliny se odpaří a takto z roztoku se odstraní, tož přechází část pevného těla ve skupenství pevné a vyhraňuje se. Mnohdy postačí, když nasycený roztok na vzduchu se ponechá, kdež kapalina znenáhla se vypařuje.

Dáme-li do mělké, široké nádoby nasycený roztok kuchyňské soli a ponecháme-li jej na vzduchu, užijme již za několik dní na stěnách nádoby malé lesklé kostky, t. j. hráně soli.

c) Přidáme-li do nasyceného roztoku těla, které s rozpustidlem se spojujíc je z roztoku vylučuje a nový roztok neb směs skládá, ve kterém pevné tělo buď naprosto se neroztéká, buď ve množství menším se rozpouští, tož sráží se pevné tělo ve hraních.

Nalijeme-li líhu do nasyceného roztoku ledku ve vodě, vyhraňuje se ledek, poněvadž líh s vodou skládá směs, ve které ledek se nerozpouští.

d) Větších hraní docílíme, necháme-li kapalinu v *úplném klidu*, aby mohly hráně volné a ponenáhu se tvořiti. Je-li však roztok již blízký tomu, že hráně mohou z něho se skládati, pomáhá

malé slabé otřesení nádoby vyhranění, ješto otřesením takovým setrvačnost molekul se přemáhá a většího zblížení jich a tudíž snadnějšího hranění se docílí.

e) Dáme-li do roztoku aneb do roztopeniny hráně téhož pevného těla aneb jiná těla pevná, (nitě, tyčinky a t. p.), na kterých vznikající hráně mohou se osazovati, urychlíme krystalení.

Cukr kandisový vzniká, když naplní se roztokem cukru nádoby, mající ve stěnách v řadách malé dírky, kterými nitě se provléknou. Opařuje-li se roztok v klidu, pokrývají se nitě jakož i stěny a dna nádob poněmáhlu silnou vrstvou hrání, jež *cukrem kandisovým* se zovou. *Kandisované* pamlsky jsou vyhraněným cukrem povlečeny a vytrvají déle než jiné cukrové výrobky.

Hráně liší se od těles nehraněných z téže hmoty se skládajících mnohými vlastnostmi. Některé vlastnosti tyto se týkají pouze tvaru a o těch jedná zvláštní oddíl nerostopisu, totiž *hráněpis* č. *krystallografie*. Fysikální vlastnosti, kterými hráně od těles nehraněných z téže hmoty složených se liší, jsou následující:

a) Hráně možno v jistých určitých směrech velmi snadně v části tvaru zcela pravidelného *rozdělovati* č. *štipati*. Plochy, jež štipáním vznikají, jsou pak hladké a lesklé.

b) Hráně mají větší tvrdost než tělo nevyhraněné z této hmoty složené.

Diamant jest vyhraněný uhlík a nejtvrdší všech těles, kdežto *uhlí*, taktéž z největší části z uhlíku složené, jest měkké.

c) Hráně mají mnohdy jiné a často pěknější barvy, silnější a krásnější lesk a značnější prohlednost než nehraněné hmoty stejnorodé, což na všech hraněných drahokamech nejlépe možno pozorovati.

d) Hraněná tělesa roztékají a roztápejí se mnohem obtížněji, než stejnorodé hmoty nehraněné.

e) Hraněním nabývá tělo zvláštních vlastností v příčině električnosti, světla a tepla, o čemž na příslušném místě pojednáno.

f) Mnohé hráně vnímají při vyhraňování část vody, ve které byly rozpuštěny; byla-li pak tato, tak zvaná *krystallová voda*, jim odňata, rozpadávají se a pozbývají tvaru pravidelného a *zvětrávají*.

g) Ve větších hráních bývá mnohdy voda v dutinách uzavřena. Zahřívají-li se takové hráně, tak že mění se voda v páry, tu páry tyto mnohdy hrání roztrhují, což vždy úsilně, s praskotem se děje a *třáskáním hrání* se nazývá.

h) Některé hráně, jmenovitě hráně solí, vnímají ze vzduchu tolik vodních par, že tyto v průlinkách jejich se zhustí a ve vodu se mění, ve kteréž hrání poněmáhla *se rozplývá*.

i) Hráně, jsouce pravidelně skupeny, zaujmají větší objem než měly ve skupenství kapalném.

Zmrzne-li voda v nádobě, roztrhne mnohdy nádobu i dosti pevnou. Čerstvá malta trhá se za mrazu a odpadáva ode zdi.

Hranění jest příčinou mnohých výjevů. Revné látky ve vodě rozpuštěné aneb jí přimíšené, osazují se na stěnách i na dně nádob, ve kterých voda se odpařuje, zvláště na stěnách párních kotlů, kdež skládají silné vrstvy tak zvaného *kamene kollového* (přívary).

Ze zkušenosti známo, že železo mnohými nárazy, násilným a častým otřásáním, jakož i zahříváním a následujícím pozvolným ochlazováním původního tvaru svého pozbývá a jaksi krystaluje, čímž křehne a pak snadně se láme. Příklady toho vidáme na osách kol železničných vozů, na čepích hřídelů atd.

Oddíl čtvrtý.

Základné nauky chemie.

A. Z chemie všeobecné.

41. Chemie. Rozpustíme-li sól ve vodě, jeví každá kapka roz-toku vlastnosti soli i vody, podobně rozeznáváme v každém jiném roz-toku vlastnosti těla rozpuštěného i rozpustidla.

Smícháme-li zlato s mědí, spatřujeme i v nejmenším kousku sli-tiny vlastnosti zlata i mědi; taktéž ukazují se v každé směsi vlast-nosti různorodých spolu smíšených hmot.

Rozetíráme-li však *rtuť* po delší dobu se *strou*, vznikne prášek černý, slabě kovově lesklý, kterýž, byv dostatečně zahřát a pak ochla-zen, osazuje se na stěnách nádoby co hmota pevná, červená, která *rumělkou* se nazývá a naskrze *stejnorodou* od *síry* i od *rtuti* pod-statně *rozdílnou* se jeví, tak že nelze rozeznati na ní ani vlastností *rtuti* ani vlastností *síry*. — *Vodu* možno přiměřeným způsobem rozlo-žití v *kyslík* a *vodík*, jež jsou plyny vespolek od sebe i od vody pod-statně rozdílné.

Nauka o silách a zákonech, podle kterých možno ze sou-částí *různorodých* hmoty naskrze *stejnorodé* skládati aneb hmoty *stejnorodé* v *různorodé* součásti jejich rozkládati, nazývá se *chemie*.

Oddíl chemie, jednající o tom, kterak tělo *stejnorodé* ze součástí *různorodých* se skládá, zove se *chemií skládnou* č. *sluč-bou*; oddíl, který pojednává o rozkladu hmot *stejnorodých* v sou-části jejich *různorodé*, jmenuje se *chemie rozborná* č. *lučba*.

42. Slučivost. Za příčinu chemického slučování se hmot ve-spolek pokládají učenci *silu chemickou* č. *slučivost*.

Slučivost pobádá *různorodé* hmoty, aby vespolek v jediný celek *stejnorodý* se spojily.

Mají-li hmoty vespolek chemicky se sloučiti, musí *různo-rodé* částice jejich sobě co nejvíce se sblížit, neboť působí sluči-vost toliko ve vzdálenosti tak nepatrné, že ji měřiti nelze.

Sblížení částic *různorodých* a tudíž i chemickému sloučení je-jich napomáhá: 1. rozetření jich na jemný prášek, ješto rozetřením soudržnost *stejnorodých* se ruší a *nestejnorodým* více ploch, kterými

se dotýkají, se poskytuje. 2. Zkapalnění aneb proměnění v páry hmot různorodých aneb aspoň jedné z nich, neboť jest soudržnost kapalin i par menší než těles pevných. 3. Teplo, kterým odpudivost částic stejnorodých se zvyšuje a tudíž soudržnost jejich se zmenšuje. 4. Mnohdy též električnost a světlo.

Síra, byť i roztopená, neslučuje se s uhlíkem; dotýkají-li se však páry sirné ve větším teple žhavého uhlí, slučují se s ním v sírouhlík; kyslík a vodík slučují se ve vodu, proniká-li smíšeninu jich jiskra elektrická; chlór a vodík slučují se na světle slunečním vespolek v chlórvodík.

43. Sloučeniny a prvky. Sůl kuchyňskou č. chlóríd sodnatý možno rozložití v chlór a sodík; skalice zelená č. síran železnatý skládá se ze železa, síry a kyslíku; chlór, sodík, železo, síra a kyslík nebyly však až posud ni v různorodé součástky rozloženy, ni z nějakých různorodých součástí složeny.

Veliká většina těles jest ze hmot různorodých složena a může přiměřeným způsobem ve své součástky různorodé se rozkládati. Tělesa taková zovou se *hmotami složenými* č. *sloučeninami*.

Některá tělesa nebyla posud ani v různorodé součásti rozložena ani ze hmot různých složena a jmenují se *hmoty jednoduché* č. *prvky*.

Až posud známo 66 *hmot jednoduchých* č. *prvkův*, z nichž jsou nejdůležitější následující.

Jméno p r v k u	Znak	Rovno- mocnina	Jméno p r v k u	Znak	Rovno- mocnina
Aluminium	Al	13.7	Mangan	Mn	27.5
Antimón (Stibium)	Sb	122	Měď (Cuprum)	Cu	31.7
Arsén	As	75	Molybdén	Mo	46
Baryum	Ba	68.5	Nikl	Ni	29.5
Bór	B	10.9	Olovo (Plumbum)	Pb	103.5
Bróm	Br	80	Palladium	Pd	53.3
Cadmium	Cd	56	Platina	Pt	98.7
Calcium (vápník)	Ca	20	Rtuť (Hydrargyrum)	Hg	100
Cín (Stannum)	Sn	59	Selen	Se	39.7
Cinek (Zincum)	Zn	32.6	Síra (Sulphur)	S	16
Draslík (Kalium)	K	39.2	Sodík (Natrium)	Na	23
Dusík (Nitrogenium)	N	14	Sříbro (Argentum)	Ag	108
Fluor	Fl	19	Strontík	Sr	43.7
Fosfor (Phosphorus)	P	31	Titan	Ti	25
Hořečik (Magnesium)	Mg	12	Uhlík (Carbonium)	C	6
Chlór	Cl	35.5	Uran	U	60
Chróm	Cr	26.7	Vanadin	V	68.6
Jód	J	127	Vismut (Bismutum)	Bi	210
Kobalt	Co	29.5	Vodík (Hydrogenium)	H	1
Křemík (Silicium)	Si	14	Volfram	W	92
Kyslík (Oxygenium)	O	8	Zlato (Aurum)	Au	197
Lithium	Li	7	Železo (Ferrum)	Fe	28

Vedle každého prvku jest znak chemický, který záleží v začátečném písmeni latinského jména toho prvku, ku kterémuž připojeno i jiné písmeno, aby bylo možno rozeznati prvky, jichž jména týmž písmenem začínají.

44. Zákony slučivosti. Slučivost chemická spravuje se v působení svém následujícími zákony:

1. Jednoduché hmoty č. prvky slučují se vespolek vždy v jistých poměrech číselných, kteréž vyznačují se vahami hmot, u plynův mnohdy též objemem jejich. Zákon tento zove se zákonem poměrů stálých.

Tak slučuje se ku př. 39, částí váhy draslíku s 8 částmi váhy kyslíku, a 1 díl objemu kyslíku s 2 díly objemu vodíku, při čemž možno vyznačiti váhu librami, loty, grány, grammy atd. a objem krychl. palci, krych. centimetry atd.

Poměr váhy, ve kterém slučuje se každý prvek se všemi ostatními prvky, nazývá se *rovnomocninou* prvku toho. Poněvadž jsou rovnomocniny čísla poměrná, nutno uvéstí je na základ společný. Obyčejně klade se rovnomocnina vodíku = 1 a na tom základě jsou pak rovnomocniny ostatních prvků naznačeny čísly, ve výše vytknutém seznamu prvků ku znaku jejich připojenými.

Tak slučuje se ku př. 8 dílů (dle váhy) kyslíku: s 59 díly (dle váhy) cínu, neb s 32,6 dílů cínku, neb s 31,7 dílů mědi, neb se 103,3 dílů olova, neb 28 díly železa atd. Jak patrao, má tudíž 59 částí váhy cínu, 32,6 částí cínku, 31,7 částí mědi atd. rovnou moc a platnost chemickou, odkudž číslům, naznačujícím poměr váhy, dostalo se jména *rovnomocniny* (aequivalenty).

2. Mnohé prvky slučují se vespolek netoliko v jediném poměru, naznačeném čísly rovnomocnými, nýbrž dávají vespolek 2, 3, 4, někdy i více sloučenin. Poměrná čísla toho prvku, kterého ve sloučeninách těch přibývá, odvozují se však vždy násobením rovnomocniny jeho číslem jednoduchým. Zákon tento nazývá se *zákonem poměrů množných*.

Tak slučuje se 14 částí váhy dusíku:

s	8	částmi	váhy	kyslíku	na	kysličník	dusnatý
"	16	"	"	"	"	"	dusičitý
"	24	"	"	"	"	"	kyselinu dusíkovou
"	32	"	"	"	"	"	dusičelou
"	40	"	"	"	"	"	dusičnou.

Množství kyslíku, sloučená s 14 částmi dusíku, jsou: 8, 16, 24, 32, 40, čili: $8, 2 \times 8, 3 \times 8, 4 \times 8, 5 \times 8$.

3. Též hmoty složené slučují se vespolek toliko v poměrech určitých a sice buď v poměrech rovnomocnin, buď dle zákona poměrů množných.

Váha hmot nemění se ni chemickým slučováním ni rozlučováním, z čehož patrno, že *rovnomocnina sloučeniny rovná se součtu rovnomocnin prvků.*

V kyselině sirkové jsou na 1 rovnomocninu síry obsaženy 3 rovnomocniny kyslíku, i jest tudíž rovnomocnina kyseliny sirkové $= 16 + (3 \times 8) = 16 + 24 = 40$; kysličnák cinečnatý skládá se z 1 rovnomocniny cinku a 1 rovnomocniny kyslíku a jest tudíž rovnomocnina kysličníku toho $= 32_{\text{c}} + 8 = 40_{\text{c}}$. V bílé skalici č. síranu cinečnatém sloučena 1 rovnomocnina kyseliny sirkové s 1 rovnomocninou kysličníku cinečnatého i jest tudíž rovnomocnina síranu tohoto $= 40 + 40_{\text{c}} = 80_{\text{c}}$.

45. Názvosloví a písmo chemické. Prvky rozdělují se obyčejně v *nekovy* a *kovy*.

Z prvků ve výše vytknutém seznamu obsažených jsou *nekovy*: arsén, bór, brom, dusík, fluor, fosfor, chlór, jód, křemík, kyslík, selen, síra, uhlík a vodík; ostatní v seznamu tom jmenované prvky jsou *kovy*.

Sloučeniny, jež vznikají přímo sloučením ze dvou neb více prvků, jmenují se sloučeniny *stupně prvního*, jež podle počtu prvků jsou buď *podvojně* (ze dvou prvků), *potrojně* (ze tří prvků) atd.

Sloučeniny *stupně prvního* slučují se vespolek ve sloučeniny *stupně druhého*, kteréž někdy slučujíce se vespolek dávají sloučeniny *stupně třetího*.

a) Ze sloučenin *stupně prvního* jsou nejdůležitější a nejhojnější sloučeniny nějakého prvku s kyslíkem, jež rozeznáváme co *kyseliny, zásady* aneb *hmoty netečné*.

Kyseliny mají chuť *kyselou*, rozpouštějí-li se ve vodě, a *červení* některé *modré* barvy rostlinné. Ponoříme-li papír roztokem lakmusu na modro zbarvený (tak zvaný papír *skoumací* č. *reagenční*) do kyseliny nějaké, tož papír *zčervení*.

Zásady, rozpustné ve vodě, mají chuť *louhovitou* (žíravou č. alkalickou) a barví lakmus, který kyselinami *zčervená*, opět *na modro*, tak že skoumací papír, lakmusem nejprve na modro a pak v kyselině na červeno obarvený, v zásadě opět *zmodrá*.

Kyseliny a zásady jsou tudíž, jak patrno, nadány *opácnými vlastnostmi* chemickými, což jeví se i tím, že papír skoumací kurkumou na žluto obarvený v zásadě *zhnědne*, ale *zhnědlý* v kyselině opět *původní žluté* barvy nabývá.

Hmoty netečné nepůsobí v barvy rostlinné a slučují se velmi nesnadně s jinými sloučeninami, čímž liší se od kyselin i od zásad.

Sloučeniny prvního stupně nazývají se v češtině jmény obou prvků, z nichž sloučenina tato se skládá; jméno jednoho z prvků jest jménem podstatným, jméno druhého pak *přídavným*, ku podstatnému připojeným, jehož koncovka naznačuje spolu poměr, ve kterém jsou oba prvky spolu sloučeny.

Ku pojmenování kyseliny slouží podstatné jméno *kyselina* s příslušným jménem *přídavným*, ostatní sloučeniny kyslíku s ně-

jakým prvkem zovou se *kysličnky*. Podobně mají též názvy sloučenin jiných dvou prvkův jméno podstatné při českých jmenech prvků zakončené příponou *-ník*, při latinských jmenech prvků zakončené příponou *-id*, jako ku př. *sírník, jódid, bromid, fluorid* atd.

Písemně naznačují se sloučeniny prvního stupně znaky prvkův, jež vedlé sebe se napíší. Znak prvku sám o sobě značí již hned jednu rovnomocninu jeho; je-li prvku více rovnomocnin ve sloučenině obsaženo, připojuje se ku znaku jeho v pravo pod řádkou malá číslice, která značí počet rovnomocnin prvku toho.

Značí-li *A* a *B* vůbec rovnomocniny dvou různých prvkův, končí přídavné při poměru :

$A + B$	příponou <i>-natý</i>	(chlóríd sodnatý, NaCl),
$A + B_2$	"	<i>-ičitý</i> (kyselina uhličítá, CO_2),
$A + B_3$	"	<i>-ový</i> (sírník antimónový, SbS_3),
$A + B_4$	"	<i>-ičelý</i> (kyselina dusičelá NO_2),
$A + B_5$	"	<i>-ičný</i> (kyselina dusičná, NO_5),
$A + B_7$	"	<i>-istý</i> (kyselina chlórístá, ClO_7),
$A_2 + B$	"	<i>-ičnatý</i> (sírník mědičnatý, Cu_2S),
$A_2 + B_3$	"	<i>-itý</i> (kysličník železitý Fe_2O_3).

Sloučeniny vodíku s jinými prvky nazývají se jménem podstatným ze jmén obou prvkův složeným, jako ku př. *chlórovodík* (HCl), *střovodík* (HS) atd.

b) Ze sloučenin druhého stupně jsou nejdůležitější *solí*, skládající se z kyseliny a zásady. Soli nemají ni vlastností kyselin, ni vlastností zásad, nepůsobí v barviva rostlinná a zovou se hmotami obojetnými. Soli, ve kterých převládá kyselina, jmenují se *kyselé*, je-li v nich zásady nad obyčejný poměr, zovou se *zásadité*.

Ku pojmenování solí slouží taktéž podstatné jméno s připojeným přídavným. Podstatným jménem jest jméno kyseliny s určitou význačnou příponou, kteráž jest ukončena druhou příponou *-an*; přílatným jménem jest jméno zásady s přiměřenou koncovkou.

Písemně značí se sloučeniny druhého stupně, když znaky, sloučenin stupně prvního tečkou neb stojatým křížkem se spojí; je-li ve sloučenině jedné neb obou součástí více rovnomocnin, naznačí se počet jejich číslem v levo na řádku před sloučeninou stupně prvního. Tak ku př. dá

kyselina : s *kysličníkem* :

sírková (SO_3) draselnatým (KO) *stran* draselnatý ($\text{KO} \cdot \text{SO}_3$ neb : $\text{KO} + \text{SO}_3$)

" " železitým (Fe_2O_3) " železi'tý ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3$ neb :
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3$)

dusičná (NO_5) sodnatým (NaO) *dusičnan* sodnatý ($\text{NaO} \cdot \text{NO}_5$ neb : $\text{NaO} + \text{NO}_5$)

fosforečná (PO_5) vápenatým (CaO) *fosforečnan* vápenatý ($3\text{CaO} \cdot \text{PO}_5$ neb :
 $3\text{CaO} + \text{PO}_5$)

uhličítá (CO_2) " " *uhličitan* " ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$ neb :
 $\text{CaO} + \text{CO}_2$).

Sloučeniny vody se sloučeninami stupně prvního nazývají se *hydráty*; tak jmenuje se ku př. sloučenina kyseliny sirkové s vodou *hydrát kyseliny sirkové*.

c) Sloučeniny třetího stupně, které skládají se ze dvou solí, zovou se *solí podvojně*. Mají-li kyselinu společnou, vysloví se jméno její jen jednou a připojí spojená jména obou zásad, jako ku př. *stran hlinito-draselnatý*.

V písmě značí se sloučeniny stupně třetího v ten způsob, že znaky sloučenin druhého stupně, ze kterých sestávají, vedle sebe se staví a stojatým křížem spojí. Tak jest ku př. znak síranu hlinito-draselnatého: $(\text{KO}.\text{SO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3.3\text{SO}_3)$.

B. Z chemie podrobné.

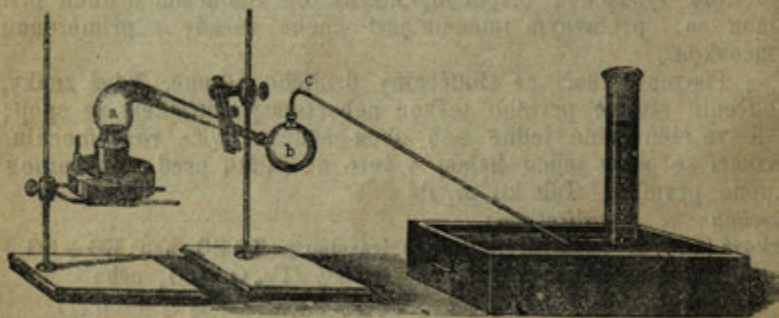
a) Z chemie neústrojně č. nerostné.

46. Kyslík (Oxygenium). — *Kyslík (O)* jest ze všech prvků v přírodě nejvíce rozšířen; nalézá se co plyn pomíšen s dusíkem ve vzduchu; s vodíkem sloučen skládá vodu a jest obsažen ve většině sloučenin nerostných, v rostlinách i v zvířatech i vyvinuje se ze všech zelených částí rostlin, pokud slunce na ně svítí.

Dobývání. Kyslík dobývá se v ten způsob, že odlučuje se ode hmot, s kterými jest sloučen. Nejspůsobilejší jsou k tomu sloučeniny, ve kterých jest kyslík ve *větším množství* obsažen a jen *slabě poután*.

Kysličník rtuťnatý (HgO) pálí se ve křivuli *a* (obr. 42), jejíž hrdlo sáhá do jímadla dvouhrdlitého *b*, z něhož vede rourka *c* pod

Obr. 42.



mostek pneumatické vany a pod nádobu naplněnou vodou. Rtuť (Hg), pustivši horkem kyslík, nashromáždí se v jímadle *b*, kyslík (O) pak stoupá do nádoby vodou naplněné a vytlačuje z ní vodu. Dáme-li *chlóřečnan draselnatý (KO.ClO₅)* do křivule *a*, vedeme-li z hrdla jejího

rourku přímo pod mostek pneumatické vany a pod nádobu vodou naplněnou a zahříváme-li pak křivuli α , sloučí se chlór s draslíkem v *chlóríd draselnatý* (KCl) a 6 rovnomocnin kyslíku (6O), jež byly v chlórrečnanu draselnatém obsaženy, nashromáždí se v nádobě nad vodou.

Vana pneumatická jest nádoba s příčkou, tak zvaným mostkem, ve kterém nalezá se nálevkovitý otvor. Pod otvor ten sáhá konec rourky plynopudné a nad otvor staví se nádoba s vodou.

Vlastnosti. Kyslík jest plyn stálý, ni barvy, ni chuti, ni vůně nemající, vodou jen velmi skrovně pohlcovaný, sám nehořící ale hoření a tudíž i dýchání velmi mocně podporující. Vdychování pouhého kyslíku způsobuje však zánět plic.

Doutnající tříštka vzejme se v kyslíku hned jasným plamenem, fosfor jakož i uhlí a síra hoří v kyslíku neobyčejně světlým plamenem

Obr. 43.



Obr. 44.



(obr. 43), ano i zpruha ocelová zapaluje se v kyslíku doutnající hubkou a spaluje se jasným světlem, roztryskujíc žhavé kapky na vše strany (obr. 44).

Sloučeniny. Kyslík slučuje se se všemi prvky, vyjímaje jedině fluor, a dává takto *kysličnky* (oxydy), jež jsou nejdůležitější všech sloučenin prvního stupně.

Jeví-li se při slučování kyslíku s nějakou hmotou značné *světlo* a *teplo*, nazývá se děj tento *hořením*, o kterém v náuce o teple obšírněji pojednáno.

Často slučuje se kyslík s jinými hmotami též poněmhu. Příklady takového slučování jsou dýchání lidí a živočichů, rezaření kovů, zvětrávání, tlení atd.

Kyslíku užívá se hlavně při spalování, aby většího tepla neb světla se docílilo.

47. Vodík (Hydrogenium). — *Vodík* (H) naskytuje se ve přírodě toliko ve sloučeninách, hlavně sloučen s kyslíkem ve *vodě*, odkudž má i své jméno. Též jest podstatnou součástí hmot rostlinných i živočišných.

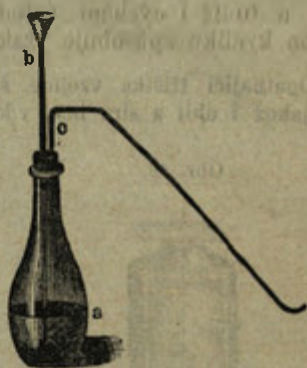
Dobývání. Vodíku nabýváme nejspíše rozkladem vody.

Polijeme-li piliny cinkové (Zn) v láhvi dvouhrdlité (obr. 45) neb jednohrdlé, ale zátkou dvakrát provratanou opatřené (obr. 46), kyselinou sirkovou (SO_3), která byla zředěna vodou (HO), vylučuje se z vody kyslík (O) a slučuje se s cinkem (Zn) v kysličník cinečnatý (ZnO), který s kyselinou sirkovou (SO_3) dává síran cinečnatý ($\text{ZnO}.\text{SO}_3$); z vody uvolněný vodík (H) nashromáždí se pak v lahvi a odvádí se rour-

Obr. 45.



Obr. 46.



kou c (obr. 46). Podobně vyvinuje se vodík, byly-li piliny železné kyselinou sirkovou a vodou polity. Vzniká pak sloučením kyslíku se železem kysličník železnatý (FeO), který s kyselinou sirkovou síran železnatý ($\text{FeO}.\text{SO}_3$) skládá; vodík (H) z vody uvolněný pak uniká.

Vodík takto vyloučený jímá se teprv pak, když již všečen vzduch z nádoby se vypudil, což poznáváme, když trochu plynu v malé nádobce tak zvané *skoumavce* nachytáme a jej zapálíme. Hoří-li tiše, bez výbuchu, vychází ze trubice již jen pouhý vodík; pokud následuje při zapálení výbuch, vychází spolu s vodíkem ještě vzduch. Nálevkovitě rozšířená a téměř až ke dnu sahající rourka b (obr. 46.) slouží k tomu, abychom mohli kyseliny do nádoby a přilévati.

Vlastnosti. Vodík jest plyn stálý, bezbarvý, průzračný, nevonný a nechutný, $14\frac{1}{2}$ kráte lehčí než vzduch a 16kráte lehčí než kyslík. Není dychatelný, nepodporuje hoření, sám však hoří zapálen plamenem modrým, málo světlým ale velmi horkým.

Sloučeniny. Směs z jedné rovnomocniny vodíku (H) a jedné rovnomocniny kyslíku (O) čili dle objemu ze dvou dílů vodíku a jednoho dílu kyslíku nazývá se *plynem třáskavým*. Zapálí-li se tato směs, sloučí se součástky její při prudkém výbuchu ve vodu (HO). Jinak vzniká voda č. *kysličník vodnatý* (HO) spálením vodíku ve vzduchu.

Zapálíme-li vodík ze trubice *c* (obr. 46) unikající a poklopíme-li plamen suchým zvonovitým příklopem skleněným, pokrývá se příklop brzy uvnitř na stěnách rosou kapek vodních.

Voda slučuje se s mnohými sloučeninami chemickými v tak zvané *hydráty* (vodany), při čemž obyčejně teplo se zvyšuje.

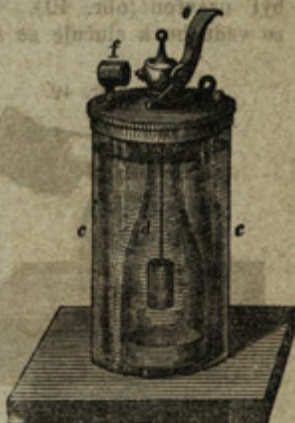
Vodíku užívá se k odkysličování, ku přípravování plynu tráskavého a ku naplňování malých balónů.

V houbě platinové zhušťuje se vodík tak značně, že, dotýkaje se s kyslíkem rovněž silně zhuštěným, se zapaluje. Toho užil *Döbereiner* při svém rozžehadle, jež znázorňuje obr. 47. V nádobě *cc* jest voda s kyselinou sirkovou smíšená, do směsi zavěšen kousek cinku, čímž uvolňuje se, jak výše již bylo vyloženo, vodík, který nashromažďuje se v nálevkovitém, nahoře kohoutkem opatřeném příklopu *d*. Otevřeme-li kohoutek *e*, proudí vodík do houby platinové *f*, kdež se vznímá.

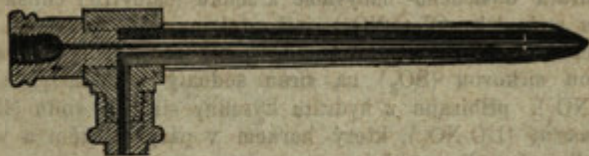
Přik'opí-li se na plamen vodíkový zvolna s hůry trubice skleněná neb plechová, vznikají zvláštní tóny účinkem výbuchů rychle za sebou následujících, pročež zkouška taková *harmonikou chemickou* se nazývá.

Pouští-li se vodík a kyslík ze dvou rozličných nádrží do kohoutku mosazného dvojité vrtaného (obr. 48; kyslík jde otvorem prostředním) a na konci zúženého a zapálí-li se plyn, vznikne plamének

Obr. 47.



Obr. 48.



málo světlý, ale nejprudčího horka, kterým i drát platinový se roztápí a dleem spaluje. Vedeme-li plamen takový na váleček křídový, vzniká světlo téměř tak jasné jako sluneční, tak zvané světlo *Drummondovo*, jehož k osvětlování s výhodou se užívá.

Užívání *vody* co rozpustidla a k jiným účelům jest obecně známo.

Ponevadž ve vodě rozmanité látky se roztékají a jí přimíšeny bývají, jest potřebí, chceme-li nabyti vody *zcela čistě*, ji dříve vypariti a páry pak v jímadle opět ochladiti, aby zkapalněly, což *překapováním* č. *destillací* vody se nazývá.

48. Dusík (Nitrogenium). — *Dusík* (N) nalezá se u velikém množství s kyslíkem smíšen ve vzduchu a s jinými prvky sloučen též v některých sloučeninách neústrojných (ku př. v salnytru) jakož i rostlinných a živočišných.

Dobývání. Dusku nabýváme nejjednodušší cestou ze vzduchu, jemuž přiměřeným způsobem všechny kyslík odejmeme.

Na vodu položíme ku př. kus korku a na ten postavíme misku porculánovou s kouskem fosforu (P). Fosfor pak se zapálí a bání skleněnou přiklopí, kteráž poněkud do vody se ponoří, aby vzduch v ní byl uzavřen (obr. 49). Fosfor stráví hořením svým veškeren kyslík ze vzduchu a slučuje se s ním na prášek sněhovitý, kyselina fosforečnou (PO_5), kteráž ve vodě rychle se rozpívá. Pod bání zbývá pak pouze dusík (N), který jen asi $\frac{4}{5}$ původního objemu vzduchu zaujímá.

Obr. 49.



Vlastnosti. Dusík jest plyn stálý, bezbarvý, nevonný a nechutný, málo řídí obecného vzduchu, nepodněcuje hoření a nehoří; sám pro sebe není dýchatelný. Zvířata dusí se v dusíku velmi brzy, odkudž i jméno jeho. Ve vzduchu po-

třebí dusíku k umírnění příliš prudkých účinků kyslíku.

Sloučeniny. a) *Kyslík* dává s *dusíkem* pět rozličných sloučenin, z nichž jest nejdůležitější *kyselina dusičná* (NO_5), obyčejně sloučená s jednou rovnomocninou vody (HO) v *hydrát dusičný* (HO.NO_5).

Hydrátu dusičného nabýváme z ledku (salnytru) chilského, t. j. *dusičnanu sodnateho* (NaO.NO_5), ježž překapujeme ve křivuli s hydrátem kyseliny sirkové (HO.SO_3). Kysličník sodnatý (NaO) slučuje se s kyselinou sirkovou (SO_3) na síran sodnatý (NaO.SO_3) a kyselina dusičná (NO_5), přibírajíc z hydrátu kyseliny sirkové vodu (HO), dává *hydrát dusičný* (HO.NO_5), který horkem v páry se mění a ve chlazeném jímadle se nashromáždí.

Čistý hydrát dusičný jest v obecné teplotě kapalina bezbarvá, chuti velmi kyselé, žíravé, červení lakmus, oksyličuje velmi mocné, porušuje všechny hmoty ústrojné a barví hmoty živočišné trvanlivě na žluto. Zředěný vodou prodává se co *lučavka* a služí zvláště ku rozpouštění kovů. Druhy uživalo se lučavky k odlučování zlata od jiných kovů, odkudž i jméno její. Se zásadami dává kyselina dusičná *dusičnany*, kteréž vesměs horkem se rozkládají a na žhavém uhlí tráskají.

b) *Dusík* a *vodík* slučují se spolu jen tehdy, setkávají-li se vespolek tou dobou, kde byly z některé sloučeniny vypuzeny. Ze čtyř známých sloučenin dusíku a vodíku nejdůležitější jest *ammoniak* č. *ěpavek* (NH_3), který vzniká hnitím a pálením ústrojných hmot dusičnatých.

Salmiak č. *chlórid ammonatý* (H_4NCl) zahřívá se ve křivuli s vápnem páleným, t. kysličníkem vápenatým (CaO), čímž vzniká *chlórid vápenatý* (CaCl) a *voda* (HO), jež ve křivuli zůstávají, a *ammoniak* (NH_3), který se jímá v nádobě rtuť naplněné (poněvadž voda jej pohlcuje).

Čpavek jest plyn bezbarvý, velmi ostře zapáchající, slzy vyunucující, chuti žíravé; modří červený papír lakmusový, hoří na vzduchu velmi nesnadno a dusí plamen i nepřipouští dýchání živočichů. Ochlazením a velmi mocným tlakem kapalní a dalším ochlazením tuhne. Voda jej pohlcuje v množství velmi značném a má pak, vyjímaje pouze skupenství kapalné, tytéž vlastnosti co ammoniak plynný i zovse se *ěpavkem vodnatým* neb *ammoniakem žtravým*, též *líhem salmiakovým*.

Kyseliny dusičné užívá se ku připravování královské lučavky, ku barvení hedbávi, rohu, dříví, vlny a kůže na žluto, k leptání a rozpouštění kovů, k odlučování zlata od stříbra, ku připravování dusičnanů, k děláni kyseliny sirkové, anglické stělné bavlny, k barvení zlata, mosazi a bronzu atd.

Ammoniak slouží v lékařství a barvířství, k vypírání skvrn po mastnotách a kyselinách, ku přípravě strojených perli, při fabrikaci tabáku šňupavého, k čistění svítiplynu atd.

49. Uhlík (Carbonium). — *Uhlík* (C) nachází se v přírodě sám pro sebe úplně čistý a hraněný co *diamant* ($\text{C}\alpha$), méně čistý a krystalovitý co *tuha* č. *grafit* ($\text{C}\beta$) a *beztvárný* ($\text{C}\gamma$) co součástka veškerých hmot ústrojných.

Dobývání. Tuhu možno přiměřeným způsobem připraviti čistou a taktéž lze z ústrojnin vyloučiti *uhlí* t. j. téměř čistý uhlík beztvárný ($\text{C}\gamma$), pálíme-li ústrojiny za nepřítomnosti vzduchu.

Vlastnosti. Uhlík jest ve všech třech způsobech hmota pevná, bez vůně a bez chuti, v kapalinách nerozpustná, neroztopitelná a neprchavá. *Diamant* naskytuje se vyhraněný neb zrnitý, jest nejčastěji bezbarvý a prohledný, silně lesklý a převyšuje tvrdostí svou všechny známé hmoty. *Tuha* jest uhlík neprohledný, barvy šedočerné, pouští barvu, tvrdost má velmi skrovnou. *Uhlík beztvárný* jest černý a vyniká hlavně tím, že mocně pohlcuje a zadržuje v sobě plyny.

Diamant jest nejvzácnější drahokam a slouží co šperk, k řezání skla, k broušení a vrtání jiných tvrdokamů a k rytí v kamenech a v kovech. Malé a nepěkné diamanty rozbíjejí se na prášek, kterým se brousí pěknější diamanty, rubíny, safíry atd. — *Tuha* slouží k děláni tužek a tyglíků, ve kterých zlato, stříbro, ocel a j. kovy se roztápějí, dále ku leštění broků, ku natírání věcí železných, aby nerezavěly; tubou s tukem rozetřenou potírají se dřevěné čepy. — Uhlík beztvárný jest nejstálější černá barva, slouží při rychlém přípravování octa, ku čistění prostorů podzemských od záhubných plynů, odní-

mání zápachu s hnělejšímu masu, ku čistění vody, odnímání vápna a barviva šťávě řepové při vyrábění cukru atd.

Sloučeniny. a) *Kyslík* slučuje se s *uhlíkem* ve dvou rozličných poměrech na *kysličník uhelnatý* (CO) a na kyselinu uhličitou (CO₂).

Kysličník uhelnatý (CO) vzniká všude, kde hmoty uhelnaté za nedostatku vzduchu se spalují; jest plyn stálý, bez barvy, bez chuti a bez vůně, plamen hasící, ale sám modrým plamenem hořící, k dýchání nespůsobilý, ano jedovatý.

Vzduch usmrcuje již tenkrát, když v něm 4–5% kysličníku uhelnatého obsaženo. Odtud pochodí tak mnohé nehody, jež vznikají předčasným uzavíráním kamen na noc a pálením uhlí v uzavřených světnicích, čímž kysličník uhelnatý se vyvine.

Kyselina uhličitá (CO₂) nachází se volná ve vzduchu a ve mnohých vodách zvláště tak zvaných *kyselkách*, proudí též z rozsedlin a jeskyní v krajinách sopečných (ku př. z jeskyně psí u Puzzuoli) a jest sloučena zvláště hojně se zásadami, nejčastěji s vápnem. Většinou jiných kyselin vypuzuje se snadně ze svých sloučenin, čímž vzniká vření č. šumění.

Kyselina uhličitá vzniká spalováním hmot uhelnatých za neobmezeného přístupu vzduchu. dýcháním živočichů, kvašením, tlením hmot ústrojných atd.

Nejsnadněji připravuje se kyselina uhličitá z křídly, t. j. uhličitanu vápenatého (CaO.CO₂), polije-li se kyselinou solnou (HCl); vzniká pak chlóríd vápenatý (CaCl), a voda (HO), v které chlóríd se rozléká, a kyselina uhličitá (CO₂) uniká co plyn i může nař voiou se jímati.

Kyselina uhličitá jest v obecné teplotě plyn bezbarvý, vůně slabě štíplavé, chuti slabě nakyslé a obcerstvující. Není spůsobilá k dýchání ani k hoření, aniž hoří sama; jest 1 1/2krátě hutnější vzduchu a může se jako kapalina z nádoby do jiné nádoby přelévati. Mocným tlakem zkapalní a tuhne v hmotu pevnou, sněhovitou. Voda ji pohlcuje značně a tím více, čím jest voda studenější a čím mocnější tlak na ni působí.

Kyselina uhličitá slouží ku připravování dvojuhličitanu sodnatého, strojených kyselek a minerálních vod, jakož i mnohých sloučenin, k čistění řepové šťávy v cukrárnách, též v lékařství. V životě rostlin jest velmi důležitou; z kyseliny uhličitě ze vzduchu dostává se rostlinám nejvíce uhlíku, kdežto kyslík opět do vzduchu téměř úplně se vrací; ve vodě obsažená kyselina uhličitá proměňuje nerostnou potravu, tak že rostlinám záživnou sestává.

b) Ze sloučenin *vodíku* s *uhlíkem* nejdůležitější jsou: *uhlovodík lehký* (C₂H₄) a *uhlovodík těžký* (C₄H₄).

Uhlovodík lehký č. *plyn bahnatý* (C₂H₄) vzniká v bařinách hnitím látek ústrojných, vyvine se však mnohem hojněji v dolech uhelných, pročež i *plynem báňským* se nazývá. Jest plyn bez-

barvý a nevonný, k dýchání nespůsobilý, nepodporuje hoření, sám však hoří plamenem bledým, nažloutlým, velmi horkým. Smísí-li se se vzduchem a zapálí li se, způsobuje výbuch velmi prudký.

V dolech uhelných nazývá se tento plyn *třáskavý plyn horníků* č. *bicí větry* a bývá původem strašných nehod.

Uhlovodík těžký č. *plyn olejotvorný* (C_4H_4) jest plyn bezbarvý, zápachu nepříjemného; hoří plamenem skvělým, bílým, ale plameny hasí i jest nedýchátný.

Uhlovodík těžký připravuje se nečistý, co *svítiplyn* obecně známý, u velikém množství ze dříví a kamenného uhlí, jež ve válcích litinových se vypalují; pak se čistí a rozvádí se v troubách litinových po městě. Ve válcích zbývá značná část uhlíku co *kok*, který jest výborným palivem. Svítiplyn obsahuje v sobě kromě uhlovodíku těžkého též uhlovodík lehký a vodík a jest tudíž značně lehčí vzduchu, pročež užívá se ho nyní obecně ku naplňování velikých balónů.

50. Vzduch. — *Vzduch obecný* č. *atmosférický* jest směs z kyslíku a dusíku, kteráž má všude totéž složení, pročež hutnost vzduchu za jednotku při stanovení hutnosti plynů slouží.

Dle objemu jest ve 100 dílech vzduchu 20,9 d. kyslíku a 79,1 d. dusíku
 „ váhy „ „ „ „ „ 23,2 „ „ „ 76,8 „ „

Čísla právě vytknutá vypátrána zkouškami tím způsobem, že odejmul se určité váze aneb určitému objemu vzduchu kyslík hmotami okysličitelnými, načež z toho, co přibylo hmotě okysličené na váze, vypočetly se váha i objem kyslíku a ustanovily váha i objem zbývajících dusíku.

Vzduch ve vodě pohlcený obsahuje více kyslíku (34,9% dle objemu). — Kromě kyslíku a dusíku bývá ve vzduchu vždy více méně par vodních (průměrně 0,8%) kyselina uhličitá (0,04%) ammoniak (0,000001%), jakož i velmi malé množství hmot ústrojných a nerostných.

Vzduch jest nutně potřebný k dýchání, životu rostlin a hoření, ač vlastně slouží k tomu jen kyslík, ješto dusík pouze příliš prudké účinky kyslíku mírní. Ač dýcháním a hořením kyselina uhličitá se zplozuje a do vzduchu uniká, přece nepřibývá kyseliny uhličitě ve vzduchu, aniž ubývá kyslíku, což tím lze vyložiti, že zelené části rostlin za slunečného světla kyselinu uhličitou pohlcují a uhlík si podrževše největší část kyslíku opět vzduchu navracejí. Dusík ve vzduchu obsažený dává s kyslíkem a vodou účinkem elektřiny dusanu ammonatý, kterým dostává se rostlinám potřebného dusíku.

51. Síra (Sulphur). — *Síra* (S) naskytuje se v přírodě velmi hojně jak samorodá, tak i sloučená s jinými prvky, zvláště s kovy.

Dobývání děje se buď čistěním síry samorodé, nebo vylučováním jí z nerostův, hlavně z kyzů.

Síra čistí se tím způsobem, že v hlíněných džbánecch se zahřívá, až se vypařuje, páry pak ochlazují se ve zvláštních jímadlech. — V Čechách dobývá se síra ze *sírníku železičitého* (pyritu č. železného kyzu, FeS_2), který v troubách železných neb hlíněných silně se zahřívá a horkem asi 24 % síry pouští.

Vlastnosti. Síra jest hmota nevonná a nechutná, zvláštní žluté barvy, prosvítavá až i prohledná, velmi křehká, ve vodě nerozpustná, v sírouhlíku a chlórídu sířičnatém snadně rozpustná. Objevuje se pevná, dvojím způsobem vyhraněná, jakož i beztvárná. Teplem taje a jest pak kapalná, dostatečně zahřáta mění se v páry tmavě rudohnědé. Ochladí-li se páry sírné ponenáhlu, tuhnou v prášek jemný, kyprý, pěkně žlutý a velmi čistý, který *květ sírkový* se nazývá. V kuličkách předrobných, téměř bílých, zove se *mlékem sírkovým*.

Síra slouží ku dobývání anglické kyseliny sírkové, ku děláni střelného prachu, sírek, kyseliny sířičité a jiných sloučenin síry, k sírkování chmele a vína, k vulkanisování a tvrzení kaučuku a guttaperčy, k otiskování mincí a v lékařství vně i vnitř (hlavně co květ sírkový a co mléko sírkové).

Sloučeniny. a) *Kyslík* skládá se *sírou* 7 rozličných sloučenin, z nichž jsou nejdůležitější *kyselina sířičitá* (SO_2) a *kyselina sírková* (SO_3).

Kyselina sířičitá (SO_2) nalézá se na blízkou činných sopek buď co plyn, buď rozpuštěna v pramenech; vzniká *spálením síry* na vzduchu a připravuje se čistá, zahřívá-li se silná kyselina sírková s některým čistým kovem ku př. s mědí, rtutí neb stříbrem.

Zahříváme-li měď (Cu) s kyselinou sírkovou (2SO_3), vzniká síran měďnatý ($\text{CuO}.\text{SO}_3$) a kyselina sířičitá (SO_2).

Kyselina sířičitá jest plyn ztužitelný, bezbarvý, zápachu pronikavého a dusivého, chuti silné a nepřijemné, jenž ochlazením aneb silným tlakem v kapalinu bezbarvou velmi řídkou a ještě silnějším dostatečným ochlazením v hmotu sněhovitou se mění. Voda pohlcuje ji co plynu velmi mnoho, líc ještě více.

Užívá se jí ku přípravování anglické kyseliny sírkové, ku bílení hedbávi, vlny, perli, slaměných klobouků, k sírkování vína, chmele, masa a zelin, k vyhubení škodných zvířat, též v lékařství atd.

Kyselina sírková jest dvojitá, totiž *česká* a *anglická*.

Česká č. *dýmavá kyselina sírková* jest hydrát sírkový, ve kterém jest více méně *bezvodné* kyseliny sírkové rozpuštěno ($\text{HO}.\text{SO}_3 + \text{SO}_3$). Připravuje se překapováním *síranu železitého* ($\text{Fe}_2\text{O}_3.3\text{SO}_3$), který horkem rozkládá se v součástky své, totiž *kyslíčntk železitý* (Fe_2O_3) a v *kyselinu sírkovou* (3SO_2), která do jímadel se odvádí a s vodou v jímadlech obsaženou českou kyselinu sírkovou ($\text{HO}.\text{SO}_3 + \text{SO}_3$) dává. Česká kyselina sírková jest kapalina hustá, olejovitá, obyčejně nažloutlá až i hnědá, velmi kyselá a žíravá; na vzduchu dýmá a přitahuje

mocně vodu, do vody nalitá syčí jako žhavé železo a směs zahřívá se velmi silně.

České kyseliny sirkové se užívá hlavně v barvířství ku rozpouštění indychu.

Anglická kyselina sirková jest hydrát sirkový ($\text{HO}\cdot\text{SO}_3$), obyčejně s nadbytkem vody a připravuje se ve množství převelikém okysličením kyseliny siřičité v olověných komorách, načež zavaří se ve křivkách skleněných nebo v kotlích platinových až má hustota 1,84. Jest kapalina hustá, olejovitá, bezbarvá, velmi kyselá a žíravá, nedýmá na vzduchu, ale přitahuje z něho vodu, s kterou má znamenitou slučivost, pročež látky ústrojně zuhleje, odnímajíc jim vodu. Kůži prožírá a v životě účinkuje co prudký jed.

Kyselina sirková anglická slouží přímo ku přípravě přemnohých lúčeluin a jest tudíž v chemii předčležitá; dále užívá se jí k čistění plechu před pocínováním, k odloučení stříbra od zlata, k čistění oleje a jiných látek, v barvířství a tiskářství atd.

b) *Vodík* slučuje se se *sírou* v *sírovodík* (HS), který ve vodě mořské a v pramenech sirnatých se naskytuje. Vzniká hnitím ústrojním sirnatých (bítku, masa, krve) a vylučuje se ze *sírnku železnatého* (FeS), polijeme-li jej *kyselinou sirkou* (SO_3), která byla vodou (HO) zředěna, čímž vzniká *síran železnatý* ($\text{FeO}\cdot\text{SO}_3$) a *sírovodík* (HS).

Sírovodík jest plyn ztužitelný, bezbarvý, prohledný, po shnilých vejecích hnusně zapáchající. Hořící plamen v něm rychle hasne, on sám zapálen hoří plamenem bledě modrým. Zvířata usmrcují se jím velmi rychle.

Slouží k edlučování kovův od sebe, v barvířství a lékařství a k hubení škodných zvířat.

c) *Strouhlik* č. *sírník uhličitý* (CS_2) jest sloučenina uhlíku se sírou a vzniká, pouštějí-li se páry sírné na žhavé uhlí dřevěné a jímají-li se páry v nádobě dobře chlazené, kdež zkapalní. Sírouhlik jest kapalina velmi tékavá, bezbarvá, zápachu nepříjemného a omamujícího, chuti palčivé, kořenité. Zapálen hoří velmi snadně plamenem modrým.

Slouží v lékařství k omamování, též k usmrcování škodného hmyzu, k rozpouštění síry, fosforu a kaučuku, k vytahování mastných olejů a silic z částí rostlinných atd.

52. Prvky halové (haloidy). — Prvky: *chlór, bróm, jód a fluor* skládají s kovy sloučeniny solím kyslíkovým velmi podobné (ku př. sůl kuchyňskou, chlóríd sodnatý, NaCl), kteréž na rozdíl od vlastních, z kyseliny a zásady složených solí nazývají se *solí halové*; prvky pak samy: chlór, bróm, jód a fluor jmenují se *prvky halové (solitvorné)* č. haloidy.

a) *Chlór* (Cl) není v přírodě nikde volný, nýbrž nejhojněji sloučený se sodíkem co *sůl kuchyňská* (NaCl) a s ammoniakem co

salmiak (H_4NCl). Dobývá se nejčastěji z kyseliny solné č. *chlórovodíku* ($2HCl$), která zahřívá se s burelem t. j. *kysličníkem manganitým* (MnO_2), čímž vzniká *voda* ($2HO$), *chlóríd manganatý* ($MnCl$) a vylučuje se *chlór* (Cl). *Chlór* jest plyn tužitelný, zelenavě žlutý, zápachu pronikavě dusivého a trpkého, působí v plíce velmi zhoubně; studenou vodou se pohlcuje a jímá se proto nad vodou vřelou neb slanou. Ve vodě se roztéká a roztok tento, *voda chlórová*, jest kapalina nažloutlá, mající tytéž vlastnosti jako chlór.

Chlóru užívá se ku bílení mnohých látek (jmenovitě lnu, bavlny, papíru) a k rušení hmot smrdutých a nakažlivých (v nemocnicích) i hojně též v chemii rozborné č. analytické.

Chlór slučuje se se všemi *kovy* a skládá s nimi *chlórídy*. — S *kyslíkem* skládá patero kyselin, z nichž jsou nejdůležitější *kyselina chlórnatá* (ClO) a *kyselina chlórečná* (ClO_5), jež se zásadami dávají soli užitečné. — S *vodíkem* slučuje se chlór na *chlórovodík* (HCl), který vzniká přímo, když chlór a vodík v rovných objemech na slunečním neb jiném chemicky působícím světle spolu se stýkají. Nejčastěji dobývá se chlórovodík mírným zahříváním soli kuchyňské č. *chlórídu sodnatého* ($NaCl$) ve válci litinovém s kyselinou sirkovou ($HO SO_3$), čímž vzniká *stran sodnatý* ($NaO.SO_3$) a vylučuje se *chlórovodík* (HCl). Chlórovodík jest plyn tužitelný, bezbarvý, zápachu dusivého a kyselého, červení silně papír lakmusový a zhaší předměty hořící. Roztok chlórovodíku ve vodě zove se vůbec *kyselinou solnou* a užívá se ho téměř vždy na místě plynu. Směs 2—4 částí kyseliny solné s 1 částí kyseliny dusičné dává *lučavku královskou*, ve které všechny kovy (i zlato, král kovů, a platina) se roztékají.

Kyselina solná slouží co rozpustidlo kovů, ku dobývání chlóru a sloučenin jeho, ku dobývání mědi z pražených kyzů měděných, při bílení bavlny, v lékařství atd. Lučavky královské užívá se hlavně co rozpustidla zlata a platiny.

b) *Bróm* (Br) není v přírodě nikde volný, naskytuje se vždy sloučen s kovy a nachází se ve většině živočichů mořských vždy společně s chlórem a jodem; jest kapalina temně rudohnědá, hustá, silně a nepřijemně zapáchající. Slučuje se s kovy i nekovy v *brómidy*, jež skládají pak vespolek *soli brómové*.

Brómu užívá se v lékařství ve fotografii a mědiryctví a k dobývání některých barev dehtových; poněvadž barví škrob na hnědo, užívá se ho někdy co skoumadla k vypátrání škrobu.

c) *Jód* (J) nenachází se v přírodě nikde volný, doprovází však chlór téměř ve všech sloučeninách. Naskytuje se s chlórem a brómem v mnohých rostlinách a zvířatech mořských. Dobývá se hlavně z popele mořských rostlin. Jest pevný, modravě černý a kovolesklý, v šupinkách vyhraněný. Vypařuje se již v teplotě obecné, dostatečně zahřát mění se v páry překrásné fialové, zvláštěního zápachu. Chuť má ostrou a jest prudký jed. Ústrojniny

ruší, škrob barví na modro. Roztéká se hojně v líhu a sirouhlíku. S jinými prvky dává *jódiidy*, jež vespolek se slučují v *solí jódové*.

Slouží v lékařství zvláště při chorobách kůže a žláz, ve fotografii, k dobývání některých barev dehtových a co skoumadlo k vypátrání škrobu. Roztok jódu v líhu jest známá *tinktura jódová*.

d) *Fluor* (F) č. *kazík* naskytuje se v přírodě toliko ve sloučeninách jako na př. ve *fluoritu* č. *kazivci* (CaFl), v němž jest sloučen s vápníkem. Jest plyn bezbarvý, nepříjemně zápachající. Má snad ze všech prvků nejmocnější slučivost s ostatními a slučuje se přímo se všemi kovy, vyjímaje pouze zlato a platinu. Sloučeniny jeho zovou se *fluoridy*. S vodíkem dává *fluorovodík* (HFl), jehož nabývá se, když ve křivuli zahříváme čistý kazivec (CaFl) s kyselinou sirkovou (HO.SO_3), čímž vzniká síran vápenatý (CaO.SO_3) a fluorovodík (HFl), který jest plyn bezbarvý, velmi kyselý, zápachu štiplavého, pronikavého. Vodnatý fluorovodík rozežrá sklo a slouží k leptání skla.

Sklo povlékne se vrstvou vosku nebo pokosta, do povlaku vrývá se vykres, tak že sklo v těch kterých místech povlaku se zbaví, načež se položí sklo na truhlík olověný, ve kterém fluorovodík se vyvinuje. Nákras objevuje se pak poněkud vyhlubený, draslavý a mdlý a zcela viditelný.

53. Fosfor (Phosphorus). — *Fosfor* č. *kostík* (P) nalézá se obyčejně sloučen s kyslíkem co kyselina fosforečná, která naskytuje se v mnohých nerostech a horninách; hlavně jest však obsažen ve fosforečnanu vápenatém, kterýž jest součástí kostí ssavců.

Dobývání. Fosfor dobývá se vždy z kostí, odkudž i jméno jeho *kostík*.

Vypálí-li se kosti do běla, t. j. zruší-li se ústrojná část jejich horkem, skládají se téměř již jen z *fosforečnanu vápenatého* (3CaO.PO_5). Polije-li se moučka z pálených kostí zředěnou kyselinou sirkovou, vylučují se dvě třetiny vápna co *sádra*, t. j. síran vápenatý (2CaO.SO_3), i zůstává v roztoku kyselý fosforečnan vápenatý. Roztok slije se se sražené sádry, zavaří se a pálí se s uhlím; uhlík odnímá dvěma třetinám kyseliny fosforečné kyslík s nímž slučuje se na kysličník ubelnatý (CO) a kyselinu uhličitou (CO_2), jež prchají co plyny. Vyloučený kostík pak se překapuje a páry jeho zhusťují se v jímadle, studenou vodou naplněném.

Vlastnosti. Kostík jest v obecné teplotě pevný, bezbarvý, průzračný a jako vosk lesklý, po čase zbledá a sežloutne. Na vzduchu ve tmě svítí a *velmi snadno se zapaluje*, pročež chová i krájí se vždy pod vodou; z roztoku v sirouhlíku vyhraňuje; třením velmi snadně se zapaluje. Vypařuje se již v obecné teplotě a zapáchá slabě po česneku. Náleží k nejprudším jedům.

Dostatečným zahříváním nebo světlem slunečným vzniká z kostíku obecného *kostík červený*, kterýž jest nelesklý a nevonný,

červený neb červenavě hnědý na vzduchu za obyčejné teploty nezměnitelný, nesnadno zapalitelný a nejedovatý.

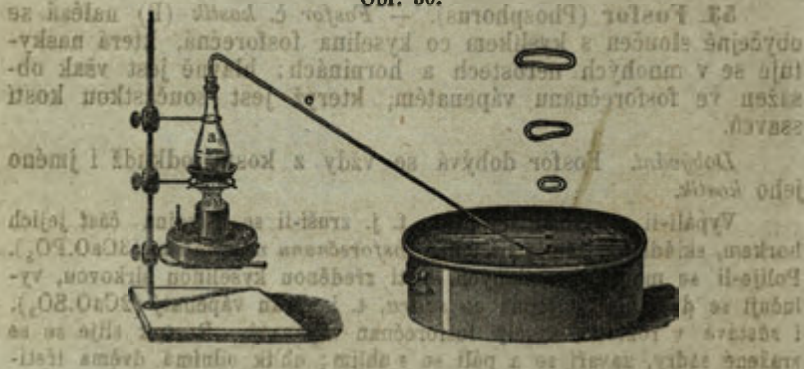
Kostíku užívá se hlavně k hotovení třečích sirek obecných (červený jest v sirkách švédských č. bezpečných) a co jedu k vyhubení myší a jiných škodných zvířat.

Sloučeniny. a) Ze sloučenin fosforu s kyslíkem nejdůležitější jest *kyselina fosforečná* (PO_3), kteráž vzniká spalováním fosforu v kyslíku; jest prášek bílý, sněhovitý, který vodu ze vzduchu dychtivě přitahuje a v ní se rozplývá.

Slouží v lékařství, nečistá z kostí ku čistění šťávy řepy cukrové a ku připravování fosforečanů. Rostliny potřebují ke vzrůstu kyseliny fosforečné, kteráž dostává se jim z fosforečanů v půdě aneb ve strojených hnojivech obsažených. Rostliny, jež mají mnoho kyseliny fosforečné v semenech, jako ku př. druby obilné, jsou potravou člověka a dávají jemu potřebnou kyselinu fosforečnou.

b) S vodíkem skládá fosfor tři sloučeniny, totiž *fosforovodík plynný* (PH_3), *kapalný* (PH_2) a *pevný* (P_2H). *Fosforovodík plynný* (PH_3) s fosforovodíkem kapalným (PH_2) smíšený, dobývá se, naplníme-li láhev skleněnou a (obr. 50.) silným žíravým louhem draselnatým a dáme-li do louhu několik kousků kostíku. Láhev

Obr. 50.



pak se uzavře a mírně zahřívá a trubicí c odchází pak plyn, který nad vodou se jímá a na vzduchu samovolně se zapaluje, zanechávaje pěkné bílé kroužky dýmu kyseliny fosforečné. Fosforovodík plyný jest plyn bezbarvý, hnsně po shnilých rybách zápachající.

Fosforovodík plyný s kapalným smíšený jest bezpochyby příčinou světélek, jež prý objevují se v bačinách i vodách stojatých.

54. Křemík (Silicium). — *Křemík* (Si) není v přírodě nikde volný, ale nad míru hojně jest sloučen s kyslíkem v *kyselinu křemičitou* (SiO_2), kteráž co *křemen* náleží k hlavním součástkám země naší.

Kyselina křemičitá (SiO_2) nachází se více méně čistá co křemen, křišťál, křesací kámen atd., jakož i s jinými hmotami sloučená v *křemičitany* č. *silikáty*. Jest bezchutná, velmi tvrdá, rypá sklo, rozpouští se pouze v kyselině fluorovodíkové a roztápí se toliko nejprudčím známým horkem na tvrdé sklo.

Slouží ku přípravě skla, porcelánu atd.

55. Draslík (Kalium). — *Draslík* (K) nenalézá se nikde ve přírodě sám o sobě, sloučeniny jeho s kyslíkem a kyselinami jakož i s chlórem jsou však nad míru rozšířeny. Draslík jest kov barvy stříbrné a lesku silného, měkký jako vosk, tak že nožem dá se krájet. Na vzduchu, zvláště vlhkém, oxiduje se velmi rychle a proto chová se v kapalné kyslíku prostě, totiž v kamenném oleji. Vodu rozkládá již za obyčejné teploty, ubírá jí kyslík a vypuzuje vodík, čímž tak se zahřívá, že vyloučený vodík purpurovým plamenem se vznímá a hoří.

Ze sloučenin draslíku nejdůležitější jsou:

1. *Uhlíčan draselnatý* (KO.CO_2), kterýž nečistý co *salajka* (*potáň*) nejhojněji vyluhováním popele rostlinného tou solí bohatého se dobývá a ve sklářství, ku přípravování ledku (*salnytru*) a prachu střelného, šmolky, mýdla jakož i za hnojivo slouží; čistěný slouží lučebníkům i lékárníkům.

2. *Dusičnan draselnatý* (KO.NO_3), obecně *ledek* č. *salnytr obecný* zvaný, který hnitím dusičnatých ústrojnin za přítomnosti vzduchu, vody a některé zásady vzniká a ve sklářství, ku přípravě střelného prachu, kyseliny dusičné a anglické kyseliny sirkové a mnohých jiných lučebnin, co oxidáčovaadlo a tavidlo, ku nakládání masa (spolu se solí kuchyňskou) k chlazení vody, v lékařství, a co hnojivo slouží.

3. *Křemičitan draselnatý*, v přírodě s jinými křemičitany sloučený, hlavní to součástka skla českého (*draselnatého*).

4. *Jódiid* a *brómiid draselnatý* (KJ, KBr.), jichž se užívá valně v lékařství a hlavně ve fotografii.

56. Sodík (Natrium). — *Sodík* (Na) jest v přírodě tak hojně rozšířen jako draslík, nenaskytuje se nikde sám o sobě, ale sloučen s jinými prvky aneb co kysličník sloučen s kyselinami. Podobá se draslíku, jest však bělejší a na vzduchu stálejší. Vodu rozkládá, ale vodík se při tom nezapaluje, vyjímaje ve vodě gummové aneb na mokřém papíře, kdež vodík žlutým plamenem hoří.

Ze sloučenin sodíku jsou nejdůležitější:

1. *Hydrát sodnatý* (NaO.HO), který slouží při dělání mýdla a papíru, v barvířství a tiskařství atd. (často co roztok, *žíravý louh sodnatý*).

2. *Uhlíčan sodnatý* ($\text{NaO.CO}_2 + 10\text{HO}$) co *soda* známý, hlavně z popele mořských a pobřežních rostlin a ze soli kuchyňské připravovaný, a v mydlářství, sklářství, bělidářství, lékařství a ku přípravě mnohých lučebnin rozsáhle užívány a tudíž veledůležitý.

3. *Dvojuhličitan sodnatý* ($\text{NaO} \cdot 2\text{CO}_2 + \text{HO}$), ku přípravě stroje-
ných vod minerálních a prášků šumivých sloužící.

4. *Dusičnan sodnatý* ($\text{NaO} \cdot \text{NO}_3$), *ledek* č. *salnytr chilský*, který
naskytuje se v Chilsku velmi hojně a ku přípravě salnytru obec-
ného slouží.

5. *Chlóríd sodnatý* (NaCl) č. *sůl kuchyňská*, jež naskytuje se
pevná i ve vodě rozpuštěná na celé zemi a jejíž užívání jest neoby-
čejně rozsáhlé a nad míru důležité. Slouží co přísada potravy, k do-
bývání sody, salmiaku, sodíku a j., v mydlářství, k nasolování masa,
k napouštění dříví na koráby a práhy železniční atd.

6. *Stran sodnatý* ($\text{NaO} \cdot \text{SO}_3 + 10\text{HO}$), po nálezci svém *soli Glauberovou*
zvaný, naskytuje se v přírodě pořídku, připravuje se nejhoj-
něji z kuchyňské soli a slouží k dobývání sody, ku přípravě ultrama-
rinu a skla, směsenin mrazivých, i v lékařství (Seidlicovy prášky sklá-
dají se ze soli Glauberovy, kamene vinného a sody).

7. *Křemičitan sodnatý* jest součástka skla francouzského (sodna-
tého) a tak zvaného *vodního skla* sodnatého, rozpustného ve vodě.

8. *Dvojbórán sodnatý* ($\text{NaO} \cdot 2\text{BO}_3 + 10\text{HO}$) vůbec *borax* č. *bledna*
zvaný, hlavně při *spájení kovů* potřebovaný.

57. Vápník (Calcium). — *Vápník* (Ca) nenalézá se nikde
volný, jest však co kysličník, sloučený s kyselinami, nad míru
rozšířen. Dobývá se z chlórídu vápenatého. Jest kov bledě žlutý,
silně lesklý, velmi tažný, na suchém vzduchu dosti stálý, na vlh-
kém rychle se okysličující.

Ze sloučenin jeho důležitější jsou:

1. *Kysličník vápenatý* (CaO), obyčejné vápno, jež připravuje se
pálením čistého uhličitanu vápenatého ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$) č. *vápenec*. Kropí-li
se pálené vápno vodou, slučuje se s ní v *hydrát vápenatý*, tak zvané
hašené vápno, jehož k čistění svítíplynu, k máčení obilí před setím
i mletím, k čistění šťávy cukrové, v koželužství a jirchářství, ku při-
pravování tmelů, hlavně však ku přípravě malty a ku bílení se užívá.

2. *Uhličitan vápenatý* ($\text{CaO} \cdot \text{CO}_2$), v přírodě co *vápenec*, *křída*,
mramor atd. velmi hojně se naskytující, ku přípravě vápna v stavitel-
ství, řezbářství i sochařství atd. sloužící.

3. *Stran vápenatý* ($\text{CaO} \cdot \text{SO}_3$) nalézá se v přírodě bezvodný co
anhydrit, zvláště hojně však vodnatý co *sádrovec* ($\text{CaO} \cdot \text{SO}_3 + 2\text{HO}$).
Drobnozrný sádrovec, tak zvaný *alabastr*, slouží k pracím sochařským
a řezbářským. Pálená sádra, s vodou na kaši rozmělněná, slouží k dě-
lání odlitků, strojeného mramoru, stavitelských okras, jakož i co pří-
sada do hnoje strojeného.

4. *Chlóríd vápenatý* (CaCl), jehož nabývá se při dobývání kyse-
liny uhličité (str. 68.), pohlcuje lakotně páry vodní a slouží hlavně ku vy-
sušování plynů.

5. *Chlórnat vápenatý* ($\text{CaO} \cdot \text{ClO}$), s chlórídem vápenatým a ha-
šeným vápnem smíšený, dává *vápno chlórové* č. *bělíčské*, jehož užívá
se hlavně k bílení tkanin bavlněných a lněných i kaše papírové a
k rušení nakažlivých výparů ve vzduchu.

58. Hořčík (Magnesium). — *Hořčík* (Mg) jest v přírodě obyčejně sloučen s kyslíkem v kysličník, který skládá s kyselinami soli hořečnaté. Jest kov stříbrolesklý, tak tvrdý jako vápenc; rozpál-li se na vzduchu do červeného žáru, hoří světlem neobyčejně jasným.

Drát hořčíkový asi 0,3 millimetru tlustý dává světlo tak jasné jako 74 svíčky stearinové (v kyslíku spálen jako 120 svíček), proto užívá se ho k osvětlování, zvláště při fotografování v noci.

Ze sloučenin hořčíku nejdůležitější jsou :

1. *Kysličník hořečnatý* (MgO) obyčejně *magnesia* (v lékárnách *pálená magnesia*) zvaný, jehož se v lékařství hlavně co protijedu arseniku užívá.

2. *Šíran hořečnatý* (MgO.SO₃) č. *hořká sůl* (Epsomit) slouží také v lékařství a ku přípravování magnesia i jiných sloučenin hořečnatých.

59. Hliník (Aluminium). — *Hliník* (Al) nenalézá se nikde volný, jest však v přírodě velmi rozšířen, neboť jsou všechny naše horniny, vyjímaje vápencové, hlavně složeny z křemičitanů, v nichž jest hliník součástí nejpodstatnější. Dobývá se z chlórídu hlinitosodnatého; jest kov stříbrolesklý, barvy cínové, tažný a kujný a velmi lehký. Na vzduchu se nemění, v bílém žáru spaluje se jasným bílým plamenem.

Pro lehkost dělají se z něho hlavně mnohé přístroje fysikální a hvězdařské, též šperky, ozdoby, vahadla vah chemických atd.

Velmi důležité jsou sloučeniny hliníku, které *kamence* se nazývají a jichž více druhův rozeznáváme.

Vzácné drahokamy: korund, rubín a safír jsou v podstatě kysličník hlinitý (Al₂O₃).

b) Z chemie ústrojně

60 Chemické složení ústrojnin. Veliká většina těles ústrojných jest sloučenina *uhlíku, vodíku a kyslíku*; ve mnohých hmotách, zvláště živočišných, jest mimo to obsažen *dusík*, méně ústrojnin skládá se pouze ze dvou prvků, totiž z uhlíku a vodíku aneb z uhlíku a dusíku. Co vzácnější součást naskytují se v ústrojninách ještě *síra a fosfor*. *Veškeré sloučeniny ústrojné obsahují uhlík*, tak že za sloučeniny *uhlíkové* je pokládati můžeme.

61. Kyseliny ústrojné. Kyseliny ústrojné podobají se téměř ve všem kyselinám nerostným a slučují se s kysličníky kovovými, vylučujíce vodu. Naskytují se v rostlinách, zvláště v plodech a semenech, i v tučích zvířat. Mimo *kyselinu šťavelkovou* jsou nejedovaté. V žádně z *přirozených kyselin rostlinných* není dusíku. Jsou buď *prchavé* neb *neprchavé*.

Nejdůležitější jsou :

1. *Kyselina šťovíková* ($C_4H_2O_6$), která s kyslíčkem draselnatým (KO) sloučená co *šťovan draselnatý* č. *sůl šťovíková* ve šťávě štovíku a šťavele se nalézá. Kyselina šťovíková dává s kyslíčkem železa soli snadno rozpustné, proto slouží k vypírání skvrn inkoustových a rezových. Podobně užívá se též soli šťovíkové.

2. *Kyselina mravenčí* ($C_2H_2O_4$) jest nad míru žíravá, nalézá se v kusadlech mravenců a v pichlavých chloupkách kopřiv.

3. *Kyselina octová* ($C_2H_4O_4$) vzniká okysličením líhu, má chuť ostře kyselou. Rozředěna vodou dává známý *ocet*. Se zásadami slučuje se v *octany*, z nichž důležitý jest *octan olovnatý* č. *cukr olověný* a *octan měďnatý* č. *plísta*.

4. *Kyselina vinná* ($C_8H_6O_{12}$) nachází se hlavně ve šťávě hroznů vinných co *kyselý vínan draselnatý* č. *kámen vinný* a slouží v barvivství i ku přípravě nápojů šumivých.

5. *Kyseliny tříslové* č. *třísloviny* nacházejí se zvláště v kůrkách stromů a slučujíce se s kůrkami zvířecími činí je ohebnými a nepromokavými, v čemž zakládá se vydělávání kůže č. *koželužství*. Se solemi železitými dávají kyseliny tříslové sraženiny zelené až modročerné a slouží tudíž ku přípravování *inkoustu*.

62. Tuky, silice a pryskyřice. — a) *Tuky* nalézájí se v tělech ústrojných a jsou sloučeniny kyselin mastných (stearové a palmitové pak olejové) s *glycerinem* č. *tukosladinou* ($C_5H_8O_6$). Vyznačují se nerozpustností ve vodě, líhu a kyselinách, roztékají se však v benzínu, silici terpentýnové a étheru. Na papíře způsobují skvrnu mastnou, která zahřátím nevysychá.

Podlé užívání možno tuky v několik skupení seřaditi. Za *potravu* slouží: olej olivový a makový, olej z vlaských ořechů, máslo, vepřové sádlo a j. Co *palivo* a *světivo* slouží: olej řepkový a konopný, trán (tuk ssavců v moři žijících), lůj atd. Ku přípravě *mýdla* užívá se oleje dřevěného, řepkového a konopného, tuku palmového, loje kokosového, tránu a loje obecného. K *mastím* brává se olej dřevěný a sádlo vepřové. *Pokosty* a *barvy olejné* připravují se z oleje lněného, makového, konopného a z oleje z vlaských ořechů.

Sloučeniny kyseliny olejové s kyslíčkem draselnatým slovou *mýdla mazavá*, jež bývají měkká nebo tekutá, a jichž při chorobách kůže a v továrnách se užívá; kyselina stearová a palmitová s kyslíčkem sodnatým dává *mýdla tvrdá* č. *jadrná*, v domácnostech užívaná; kyseliny tytéž s vápnem sloučené dávají *mýdlo vápenaté*, z něhož připravují se čisté kyseliny na *světly stearinové*.

b) *Silice* jsou kapaliny snadno zapalitelné, ve vodě velmi málo rozpustné, snadno rozpustné v líhu, étheru a olejích mastných. Mají pronikavý, téměř vždy příjemný zápach. Na papíře způsobují skvrnu mastnou, která brzy zmizí. Naskytují se v rozličných částích rostlin, jmenovitě v květech, plodech a listech.

Silice terpentinová, naskytující se ve všech částích našich stromů jehličnatých, slouží hlavně ku přípravě *pokostů*; k hotovení *voňavek* užívá se silice citronové, nerolové, hřebíčkové, skořicové, lavandulové, růžové a j.; ku přípravě *líkérů* slouží silice jalovcová, anisová, feniklová, kmínová, skořicová, hřebíčková a j. v.

c) *Pryskyřice* skládají se z uhlíku, vodíku a z mála kyslíku, vznikají obyčejně okysličením silic a roní se z poraněných míst některých rostlin, obyčejně spolu se silicí. Některé jsou měkké až i kapalné a zovou se *balsámy*. Pryskyřice mívají barvu žlutou nebo hnědou, nerozpouštějí se ve vodě, roztékají se však v líhu, étheru a v silicích. Ostávají-li se na vzduchu v tenkých vrstvách, odpaří se rozpustidlo i zbývá pak lesklá vrstva pryskyřice co tak zvaný *pokost* č. *politura*.

Nejdůležitější pryskyřice jsou: 1. *Terpentin*, který ze všech jehličnatých stromů, hlavně pak z modřínu vytéká; jest směsina ze silice terpentinové a pryskyřice. Překapuje-li se s vodou, prchá silice i zbývá hnědá pryskyřice, tak zvaná *kalafuna*. Zaschne-li terpentín na vzduchu, dává žlutou *pryskyřici smrkovou*, která vyčištěna slove *smolou bednářskou*. 2. *Kopal* jest bleďožlutý, přiváží se z Indie a slouží ku přípravě *pokostu kopalového*, nejtrvanlivějšího všech *pokostů*. 3. *Šelak* č. *laka lupková* roní se z kůry rozličných stromů východoindických po uštknutí hmyzu, červce lakového. Slouží hlavně k děláni vosku *pečetního* a rozpuštěn v líhu co *politura truhlářská*.

K silicím druží se chemickým složením svým *kaučuk* a *guttaperča*, mléčné šťávy některých rostlin, jež na vzduchu zasychají v látky pevné a pružné. Kaučuk čistý jest bezbarvý, v sírouhlíku a silicí terpentinové rozpustný. Z roztoků těchto dělají se nepromokavé pláště a jiné části oděvu. Přisadou síry zvěšuje se trvanlivost i pružnost kaučuku, i vzniká pak *kaučuk vulkanisovaný*. Podobné vlastnosti má *guttaperča*, ale jest méně pružná. Užívání kaučuku a *guttaperčy* jest obecně známo. Spojením kaučuku, síry a *guttaperčy* vznikají látky tvrdé, jež mohou jako dřevo, roh a kůže se vzdělávati.

63. Uhlohydráty. — *Uhlohydráty* jsou ústrojiny bezdusičné, netečné, z uhlíku, vodíku a kyslíku složené; poněvadž obsahují vodíku a kyslíku v rovném počtu rovnomocnin, tudíž v tom poměru, ve kterém prvky tyto obsaženy jsou ve vodě, možno je pokládati téměř za sloučeniny uhlíku s vodou, pročež *uhlohydráty* se nazývají, ač název ten není správným, poněvadž není v nich obsažena skutečně hotová voda, nýbrž jen prvky její.

a) *Buničina* č. *cellulosa* ($C_{12}H_{10}O_{10}$) tvoří buniče a cevy, z nichž tělo rostlinné se skládá, a nalézá se též ve zvířatech nižších. Čistá buničina (ku př. bavlna, bílý papír ze lněných hadrů) jest bezbarvá, prosvitavá, nevonná a nechutná, v *obyčejných rozpustidlech nerozpustná*, v roztoku kysličníku měďnatého v *ammonia*ku rozpustná; na vlhkém vzduchu rozpadává se po delším

čase na prášek bílý nebo žlutý. *Dřví* skládá se hlavně z buničiny a *dřevoviny* (*ligninu*), kteráž jest buničině podobná.

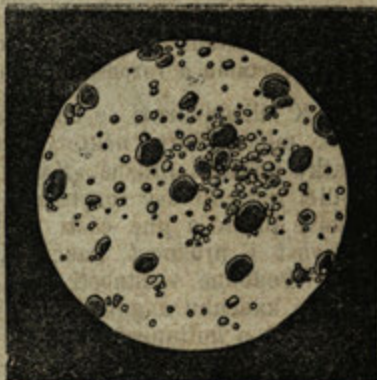
Buničina jest velmi užitečná co *len*, *bavlna*, *papír* atd. Namočí-li se bavlna během 4—5 minut do smíšeniny z 1 části dýmavé kyseliny dusičné a 1 $\frac{1}{2}$ —2 č. kyseliny sirkové, vypere-li se pak dokonale a vysuší-li se, tož mění se v *bavlnu střelnou* č. *pyroxylin*, kteráž rychlým zahřátím, jakož i udeřením prudce vybuchuje a k střelení i trhání skal slouží. Roztok střelné bavlny v étheru dává *kollodium*, k zalepování ran a ve fotografii užívané. Smočí-li se papír na krátko do silné kyseliny sirkové, nabývá sklovité prohlednosti a značné pevnosti i slove *pergamén rostlinný*, jehož užívá se k nepromočitelným obalům, pracím knihařským atd.

b) *Škrob* (*amylum*, $C_{12}H_{10}O_{10}$) jest hlavně obsažen v semenech druhů obilných a luštěnin, v bramborech, v dřeni palem, v mnohých plodech (ku př. kaštanech) a t. d. Rozetrou-li se takové části rostlinné jak náleží a vypírají-li se vodou na síťe, osazuje se z protékající vody škrob nerozpustný. Škrob se skládá z bílých zrněk, jež mají podle rostliny, ze které pocházejí, tvar rozdílný, ale vždy určitý, tak že možno původ jich poznati.

Obr. 51.



Obr. 52.



Obr. 51. ukazuje škrob bramborový a obr. 52. škrob pšeničný 200násobně zvětšený. Horkou vodou puchne škrob v *maz*, v knihařství užívaný

Zahřívá-li se škrob, velmi rozředěnou kyselinou sirkovou navlhčený, po nějaký čas, mění se v *klovatinu škrobovou* č. *dextrin*, kterýž má téměř úplné vlastnosti gummy arabské, tak že ji nahraditi může.

c) *Gumma* č. *klovatina* ($C_{12}H_{10}O_{10}$) roní se z některých rostlin ve způsobu kapek na vzduchu tvrdnoucích. Sem náleží *gumma arabská*, ronící se z akací, *klovatina třešňová* čili *cerasin*, *tragant* a j. v.

d) *Cukr* jsou uhlohydráty sladké, rozpustné ve vodě a v rostlinstvu nad míru rozšířené. Podlé množství vody, kterou v sobě drží, rozeznáváme *cukr třtinový* ($C_{12}H_{11}O_{11}$), *hroznový* ($C_{12}H_{12}O_{12} + 2HO$) a *mléčný* ($C_{12}H_{11}O_{11} + HO$).

Cukr třtinový obsažen hlavně ve třtině cukrové, v javoru, v bříze a mnohých palmách. Nejvíce dobývá se ho z čištené šťávy třtiny a řepy cukrové. Rozpouští se v $\frac{2}{3}$ č. vody chladné, silnou kyselinou sirkovou černá. — *Cukr hroznový* nalézá se ve šťávě hroznů vinných a sladkého ovoce a připravuje se obyčejně ze škrobu, jenž vaří se delší čas s kyselinou sirkovou velmi rozředěnou. Rozpouští se v rovné váze vody a sladí mnohem méně než cukr třtinový. Žíravým draslem zčerná, v kyselině sirkové se roztéká, ale nečerná. Slouží hlavně ku zlepšování vín a dobývání líhu. — *Cukr mléčný* jest obsažen v mléce ssavcův. Rozpouští se v 6 č. vody a sladí málo.

Hmoty, jež mají tentýž vzorec chemický, ale rozdílné vlastnosti fyzikální i chemické (jako buničina, škrob a gumma) slovou *isomerické*. Rozdílnost fyzikální a chemické povahy takových hmot vysvětluje se tím, že jsou atomy jejich jiným způsobem spořádány. Můžeme si ku př. složení gummy, škrobu a buničiny takto znázorniti:



64. Lih a éther. — *Lih obecný* č. *alkohol* ($C_4H_6O_2$) tvoří se kvašením cukru hroznového ($C_{12}H_{12}O_{12}$), kterýž, dotýká-li se v teple prostředním s vodou a kvasnicemi, rozkládá se v líh [$2(C_4H_6O_2)$] a kyselinu uhličitou [$4CO_2$], která v bublinách prchájcíc zanechává líh smíšený s vodou. Překapováním vyprostujeme líh od vody a tak nabýváme *líhu prodajného*, kterému vždy ještě něco vody přimíšeno. Líh vody úplně pozbavený zove se *bezvodný* č. *absolutný*. Líh bezvodný jest kapalina bezbarvá, nemrzoucí, ve které roztékají se mnohé látky, nerozpustné ve vodě; zápach má příjemně obcerstvující, chuť palčivou. Hoří plamenem bledým, horkým bez kouře, pročež i co palivo slouží. Vodu lakotně pohlcuje a směšuje se s ní v poměru jakémkoliv. Jest podstatná součást rozmanitých nápojů líhových č. *lihovin*; látky živočišné a rostlinné chrání před zkázou, odnímaje jim vodu.

Éther (C_4H_5O) připravuje se zahříváním směsi ze dvou částí silného líhu a tří částí kyseliny sirkové, čímž líh rozpadá se v éther a vodu. Éther jest kapalina bezbarvá, velmi těkavá, zápachu pronikavého, velmi snadno zapalitelná. Rozpuští tuky, oleje, pryskyřice, bróm, jód atd. Vdychne-li se pára jeho, způsobuje omámení a bezcitnost, čehož se užívá s prospěchem při operacích chirurgických.

65. Hmoty bílkovité. — *Hmoty bílkovité* č. *proteinové* jsou základem podstatné potravy člověka i zvířat. Obsahují mimo uhlík, vodík a kyslík vždy ještě 16% dusíku a až i 2% síry; v mozku jest obsažen též kostík a v krvi též železo. Hmoty bílkovité jsou bez vůně, bez chuti i bez tvaru; kyselinou dusičnou barví se na žluto, silnou kyselinou solnou na modro. V tělech rostlinných a živočišných jsou rozpuštěny ve vodě. Hlavně rozeznáváme tři druhy hmot bílkovitých a při každé několik odrůd.

a) *Bílkovina* č. *albumin* naskytuje se ve vejcích ptáčích, v krvi živočichův a téměř ve všech šťávách rostlinných, sráží se dostatečně zahřátá na nerozpustnou hmotu křukatou, kteráž obaluje v sobě nečistoty kapalin, v nichž vylučuje se, a odstraňuje je; proto slouží bílkovina výborně k *čistění* kalných kapalin, na př. při rafinování cukru.

b) *Sýrovina* č. *kasein* jest obsažena v mléce ssavců a ve žlutku vajec, z roztoku sráží se zahříváním poněmáhu v podobě bílé mázdry, okamžitě však sráží se kyselinami neb syřidlem (sliznou blanou čtvrtého žaludku telecího). V luskovinách jest obsažen *legumin* (*sýrovina rostlinná*), nad míru podobný kaseinu.

c) *Vláknina* č. *fibrin* tvoří se z krve, puštěné z těla, za málo minut a vylučuje se co *slutina krevná*. Červená hmota, z níž skládají se svaly zvířat (maso), jest nerozpustná *vláknina svalová*. V semenech obilných a mouce z nich jest podobná sloučenina nerozpustná, *vláknina rostlinná*, kteréž nabývá se odloučením škrobu; hněte se totiž mouka pšeničná v šátku s čerstvou vodou, a zbývající šedá, lepkavá hmota, zvaná *lep*, vyváří se ještě líhem a étherem. Tento lep jest dobrá přísada do chleba a též lepidlo (lucin).

66. Potrava. Každým pohybem, jež vykoná zvíře nebo člověk, ztravují se jisté částky při tom zúčastněné a vyměšují se v podobě výkalů pevných nebo kapalných a potu. Schodek tento dosazuje se krví; jak patrně, nutno krvi náhradu za něj dáti, nemá-li dříve nebo později po životě veta býti. Tato nutná náhrada krvi poskytuje se *potravou*. Veškerá potrava, kteráž přivádí se tělu, dělí se ve dvě veliké skupiny:

1. *Potrava bezdusičná* č. *dýchací*, jako: škrob, gumma, cukr, líh, tuk atd. Potravou toho druhu dodává se tělu uhlíku, kterýž vylučuje se dýcháním v podobě kyseliny uhličitě. Dýchání dluží se tudíž k úkazům hoření. Skutečně zplozuje se jím teplo, pročež má krev těla zvířecího a lidského při přiměřené potravě teplo své

stálé, nezměnitelné a nespravující se teplem okolí (vody a vzduchu). Pouhou potravou dýchací nezachovali by se však lidé ani zvířata při životě, poněvadž by nemohli pro nedostatek dusíku dáti přiměřenou náhradu za vyloučené hmoty dusičnaté.

2. *Potrava dusičnatá č. kvetvorná* (plastická), jako: bílkovina, vláknina, sýrovina.

Nejlépe hodí se za potravu takové hmoty, v nichž jsou jak součástky zahřívající, tak i části krev a kosti tvořící, totiž: *semena obilná, luskoviny, mléko, maso, prorostlé sádlem, vejce a krev*. V rýži a zemčatech jest obsaženo málo vlastní potravy kvetvorné, pročež jest jich tělu mnohem více třeba, aby dostály úkolu potravy.

Rychlejší pohybem a klopotnější prací doznává tělo větší ujmý a potřebuje tudíž i více potravy. Čím více kyslíku spotřebuje tělo a čím více tepla ze sebe vydává, tím více potravy nutno mu dodati, i naopak: čím více potravy tělo dostává, tím větší teplo v něm se zplozuje, proto v zimě a ve studeném pásmu potřebují lidé potravy, zvláště dýchací, více než v létě a v pásmu horkém.

Rostliny přijímají nejvíce potravy své z půdy, i nutno tudíž také půdě nahražovati, což rostliny jí odňaly. Děje se to hnojením obecným i hnojivý strojenými. Poněvadž každá rostlina jiných látek ku rozvoji svému vyžaduje, patrně, že nehodí se každá půda pro každou rostlinu, jakož i že každé hnojivo nemůže každé rostlině stejně ku zdaru přispívati. Tak prospívá ku př. rostlinám vápno obsahujícím, jako: jeteli, hráchu, bramborům a j. hnojení *sádrou* neb vápnem, rostlinám draslo vyžadujícím, jako: zelí, řepě, tabáku a j. *popel dřevěný a hnojiva draselnatá* z Katusze a Stassfurtu atd.

67. Proměny a rozklady ústrojnín. Účinkem rozličných hmot proměňují se ústrojniny rozmanitě, čímž vzniká více rozmanitých zplodin.

a) *Kvašení obecné č. líhové* záleží v tom, že cukr hroznový v některém těle obsažený rozkládá se působením *kvasnic* v líh a kyselinu uhličitou. Jiné cukry mění se dříve v hroznový, načež kvasí se teprv.

Postavíme-li na vzduch jakoukoliv cukernatou šťávu rostlinnou (ku př. šťávu hrozná, ovoce, cukrové třtiny, odvar sladu a j. v.), kteráž mimo cukr i látku dusičnatou v sobě obsahuje, tož přijímá nejprvé dusičnatá část její kyslík a vylučuje se pohnáhlou v podobě nahnědlé sedliny, kteráž se jmenuje *kvasnice*. Spolu rozkládá se cukr v líh a kyselinu uhličitou a kapalina nabývá zápachu líhového. Kyselina uhličitá, vystupující všude ve tvaru bublinek, způsobuje pění a stoupání kapaliny, což důkazem, že kapalina se kvasí. Kvašení dostupuje konce, když všecken cukr kapaliny v líh se promění. Kvasnice osadivší se na dně jsou nadány mocí, že, byvše svedeny s novým množstvím cukru, způsobují rozklad jeho, i jest skrovná část kvasnic

s to způsobiti kvašení značného množství cukru. Líhové nápoje, jako: líh a rozličné druhy kořalky, víno a pivo jsou vesměs zplodiny kvašení kapalin cukernatých.

b) *Kvašení octové* č. *kysání* zakládá se na proměně líhu v kyselinu octovou, kteráž děje se kyslíkem vzduchovým tím způsobem, že k jedné rovnomocnině líhu ($C_4H_6O_2$) přistupují 4 rovnomocniny kyslíku a tvoří vodu ($2HO$) a kyselinu octovou ($C_4H_4O_4$).

V kvašení octovém zakládá se *octářství*, t. j. *připravování octa*, k čemuž slouží látky rozličné, často odpadky, jichž nabývá se ve vinařství a pivovarství. Nejrychleji nabývá se octa, když rozředěná kořalka lije se sudem, hoblovinami napluněným, dole pak zachycuje se a sudem ještě několikrát se pouští. Líh rozptýliv se po hoblovinách a kapaje poněmhu dolů, dotýká se velikého množství kyslíku a mění se v kyselinu octovou a vodu. Obyčejný ocet prodáváný má toliko 2—3% kyseliny octové, v silném (Essigsprit) bývá jí až 10%.

c) *Hnití* jest samovolný rozklad ústrojnín, jímž rozštěpují se ve sloučeniny jednodušší, obyčejně *nelibě zapáchající*.

Podmínky, v nichž děje se hnití, jsou: 1. smrt bytnosti ústrojné; 2. přítomnost vlhkosti čili vody; 3. přítomnost kyslíku, tudíž i vzduchu obecného, nutná jen k započetí rozkladu; 4. přiměřená teplota; 5. hmota, kteráž rozkládá se, budiž dusičnatá, nebo *není-li tomu tak*, dotýkejž se s hmotou již hniující, t. j. s *kvasidlem* (fermentem).

Rozklady tyto přicházejí nám velmi nevhod při potravě, kteráž jest jim zvláště podrobena. Způsoby, jež čelí k zachování potravy před hnitím, záležejí vesměs v tom, že zruší se podmínky hnití nebo že přičiní se ku potravě některé hmoty, jež staví se dle zkušenosti hnití na odpor.

Líh obecný a sůl kuchyňská odnímají ústrojnínám vodu a brání tudíž hnití. — *Appertův* způsob k zachování potravy záleží v tom, že naplní se pouzdro plechové na př. masem a uzavře se neprodyšně, načež zabřívá se vroucí vodou. Teplem ničí se účinek kvasidla a zbývá v pouzdře jen dusík a kyselina uhličitá, pročež nemůže počíti hnití. — Většina solí kovových (na př. chlorid rtuťnatý a cinečnatý, síran mědnatý) dává s hmotami bílkovými sloučeniny nehniující, čehož užívá se k zachování dříví stavebného, mrtvol i preparátův anatomických. Podobným způsobem účinkuje i kreosot, obsažený v kouři, při uzení masa. — Přičiní-li se k hmotám hnití schopným sloučeniny, velmi snadno okysličitelné, odnímají tyto vzduchu kyslík a nedopouštějí tudíž hnití, pokud jich dosti málo přítomno, čímž vysvětluje se účinek kyseliny siričité (*sirkování sudů* na víno, syrupe, bílku, masa, chmele atd).

Tlení zove se rušení látek ústrojných, dějící se hlavně střídavým působením kyslíku vzduchového, světla a vody; je-li látka ústrojná jen u velmi skrovné míře vydána v tyto troje účinky, jmenovitě za skrovného přístupu vzduchu, pak *práchniví*.

Oddíl pátý.

O teple.

a) *Teplota a teploměry.*

68. Teplota. Dáme-li do nádoby kousek *ledu* a zahříváme-li nádobu plamenem kahanu, zkapalní led a mění se ve *vodu*; dalším neustálým zahříváním vypařuje se voda i unikají páry vodní z nádoby tak dlouho, až veškerá voda v *páru* se proměníla. Ochlazují-li se páry vodní v zimě na skleněné tabuli v okně, srážejí se na ní v kapkách, t. j. mění se opět ve *vodu* a za silného mrazu ztuhnou v *led*. Jako voda mění i jiná tělesa dostatečným zahříváním a ochlazováním, t. j. *účinkem tepla* své skupenství. — Že objem těles zahříváním se zvětšuje a ochlazováním se zmenšuje, bylo již v odstavci **16.** a **17.** dovozeno. Podobně bylo vytknuto, že *tvrdost, křehkost, pružnost, tažnost a pevnost* těles teplem se spravují (viz odst. **28.—32.**)

Příčinou proměny skupenství i objemu, jakož i vlastností ze soudržnosti vyplývajících jest *teplota*; stav, ve kterém tělo se nalézá, když takové proměny na něm se jeví, zove se také *teplem*. Dotykáme-li se nějakého těla, vzbuzuje v nás zvláštní pocit, který taktéž *teplota* se jmenuje.

Jak patrně, vyznačujeme slovem *teplota* jistý *stav* těles, jakož i *příčinu* toho stavu a *pocit*, jež tělesa ve stavu tom v nás vzbuzují.

Příliš malé *teplota* způsobuje pocit nepříjemný, který jmenuje se *zimou*, příliš veliké *teplota* jest nám taktéž nepříjemné a nazývá se *horkem*.

Teplota jest ku zdaru živočichů i rostlin nevyhnutelně potřebná.

Stav těla vzhledem k *teplote*, kterým může v jiná tělesa působiti, nazývá se *teplotou* (temperaturou) jeho.

69. Teploměr. Dotýká-li se teplejší tělo těla jiného studenějšího, sděluje mu tepla tak dlouho, až mají obě tělesa teplotu stejnou. Ponoříme-li tudíž skleněnou báňku, která jest velmi úzkou trubicí *b* (obr. 53.) opatřena a rtuťí naplněna, do *teplé* vody, *zahřívá* a *roztahuje* se rtuť tak, že ve trubicí *stoupá*. Dáme-li pak báňku do vody *studené*, nabývá rtuť opět *menšího objemu* a *padá* ve trubicí. Je-li přístroj takový přiměřenou stupnicí opatřen, možno jím měřiti *teplo* těles, kterých se dotýká.

Každý přístroj, kterým možno *teplotu těles* vzhledem k určitému základu *měřiti*, t. j. *určitými jednotkami vytknouti*, zove se *teploměrem* (Thermometer).

Obr. 53.



Obr. 54.

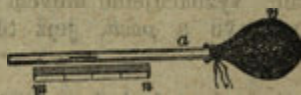


Ač všechna tělesa teplem se roztahují, možno přece jen některých co teploměřů užiti. Hmota teploměrná musí míti vlastnosti následující: 1. musí roztahovati se v mezích dosti od sebe vzdálených *teplu zcela poměrně*, t. j. objemu hmoty musí přibývati tou měrou, kterou přibývá tepla; 2. musí teplo snadně přijímati i snadně pozbývati a každou změnu v teple jeviti hned patrnou změnou v objemu; 3. kapaliny mohou sloužiti co teploměr jen tehdy, vrou-li a vypařují-li se teprv účinkem *vyšší* teploty a *tuhnou-li* teprv značným ochlazením.

Veškerým těmto požadavkům nemůže dostáti ani jediná hmota úplně; v jistých mezích má však rtuť téměř veškeré vlastnosti teploměrné, proto užívá se nejvíce teploměřů rtuťových.

a) *Teploměr rtuťový* (obr. 54.) skládá se z nádoby kulovité neb válcovité a úzké rourky, která má po celé délce stejný průměr světlosti a nahore uzavřena jest. V nádobce a rource jest rtuť, která teplem se roztahuje. Aby pak mohla *volně se roztahovati*, jest prostor v rource nade rtuťí *vzduchoprázdný*. Na rource neb na desce, ku které

Obr. 55.



teploměr bývá připevněn, jest pak *stupnice*, kterou se měří délka rtuťového sloupce, z níž teplotu posouditi možno.

Teploměr rtuťový zhotovuje se takto: Nejprve vybere se rourka, která má po celé délce *zcela stejný průměr světlosti*. K tomu cíli připevníme na jeden konec rourky *a neprodyšně kaučukový měchýř* (obr. 55.), ponoříme druhý

otevřený konec rourky do rtuti a stlačíme měchýř poněkud, aby část vzduchu se vypudila. Tlakem vzduchu vnějšího vnikne pak do rourky malý sloupeček rtuťový, jehož délku na rozličných místech rourky měřítkem *mn* měříme. Má-li všude délku stejnou, jest vnitřní průměr rourky po celé délce její *stejný*. Objeví-li se rtuťový sloupek v některé části rourky *delší*, má rourka v té části průměr *menší* a nehodí se pak k teploměru, neboť byl by i sloupek rtuťový, teplem se roztahující v té části rourky *delší* než býti má, z čehož soudili bychom, že působí ve rtuťové teplo *větší* než které skutečně jest.

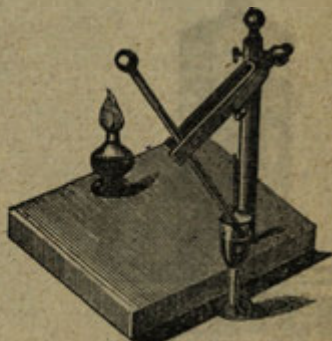
Má-li rourka po celé délce stejný průměr, zasklí se na jednom konci, načež k otevřenému konci připevní se opět kaučukový, vzduchem naplněný měchýř. Zasklený konec rourky zahřívá se pak v plameni lampy *F* (obr. 56.) tak dlouho, až jest sklo dostatečně *měkčí*, načež se stlačí měchýř. Vzduch z měchýře vypuzený tlačí ve všech směrech *stejně* na stěny rourky a tak rozšíří se zasklený konec v kuličku *K*.

Poněvadž jest rourka velmi úzká, nelze kuličku naplniti rtuťí způsobem obyčejným, poněvadž jediná kapka rtuťové rourku tak těsně uzavře, že vzduch z kuličky uniknouti nemůže. Ponoříme-li však *otevřený* konec rourky do rtuťové

Obr. 56.



Obr. 57.



(obr. 57.) a zahříváme-li *kuličku*, vystupuje z ní vzduch; když pak *kulička vychladla*, vstupuje do ní účinkem tlaku vzduchu vnějšího část rtuťové z nádoby, což opětuje se tak dlouho, až jest *kulička a rourka rtuťí naplněna*. Přebytek rtuťové odstraní se z rourky teplem. Jinak naplňuje se *kulička a rourka rtuťí*, když konec rourky nálevkovitě se rozšíří aneb se spojí s nálevkou, do které náležité množství rtuťové se nalije. Rourka postaví se kolmo a *kulička zahřívá se zdola*, čímž vzduch se vypudí a vnější vzduch *rtuťí do kuličky i rourky tlačí*.

Aby zůstal prostor nade rtuťí vzduchu *prázdný*, vytáhne se otevřený konec rourky v plameni v teninkou trubičku, načež zahřívá se *kulička*, aby rtuť se roztáhla a vzduch z rourky vypudila. Vycházejí-li trubičkou kapky rtuťové, není nade rtuťí žádného vzduchu více a v tom okamžiku pak *otvor rourky v plameni sklářské lampy rychle se zalije*.

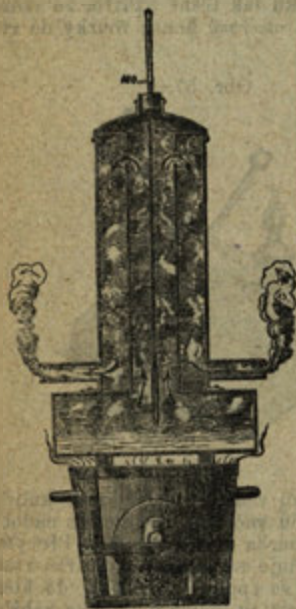
Takto připravený teploměr necháme pak po delší dobu v klidu viseti, aby *kulička i rourka*, jež několikrát zahříváním značně byly se roztáhly, nabýly opět *původního svého objemu*, načež zhotoví se stupnice.

Na stupnici jsou *dva hlavní oddíly*, totiž tak zvaný *bod mrazu a bod varu*. První oddíl značí teplotu, při které led taje, a druhý teplotu, při které voda vře.

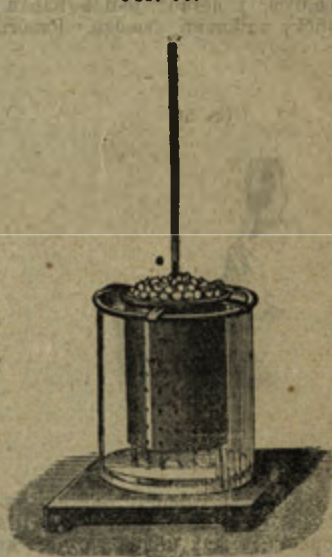
Bod varu určuje se takto: Plechová nádoba upravená tak, aby páry volně sice ale oklikou z ní unikati mohly (obr. 58.), naplní se částečně překapanou vodou a skrže zátka hrdla prostrčí se rourka teploměrná tak hluboko, aby kulička (neb nádobka válcovitá) povrchu vody se dotýkala. Páry unikající z vody, která z dola až k varu se zahřívá, mají *tutéž teplotu* jako vařící se voda na povrchu a *podržují tuto teplotu tak dlouho, pokud voda se vypařuje*. Dostoupí-li tudíž rtuť parami zahřívána jisté výšky v rource, zůstane v této výšce, kterou *bodem varu* zoveme, dosti dlouho státi, tak že můžeme výšku rtuti an rource čárkou si poznamenati.

Bod mrazu stanoví se, ponoříme-li kuličku teploměrnou do tajícího ledu neb sněhu, který jest v nádobě síťovité, aby voda táním vznikající odtékati mohla (obr. 59.). *Poněvadž led teploty své nemění, pokud jen ještě dosti malá část jeho pevnou zbývá, zůstává rtuť, jež ochlazením byla se smrštila, po delší dobu nepohnutě v rource v též výšce státi, tak že možno bod mrazu na rource naznačiti.*

Obr. 58.



Obr. 59.



Poněvadž objemu rtuti od bodu mrazu až k bodu varu přibývá tou měrou, kterou přibývá tepla, můžeme rozdělití délku rourky od bodu mrazu až k bodu varu v jakýkoliv počet *stejných* dílů, jež *stupně* se zovou. *Réaumur* (vyslov: *Reomýr*) rozdělil délku tuto v 80 stupňův, označiv bod mrazu nullou a bod varu 80. *Celsius* rozdělil vytknutou délku ve 100 stupňův, naznačiv bod mrazu nullou a bod varu 100. *Fahrenheit* rozdělil délku od bodu mrazu až k bodu varu ve 180 stupňův, připsal však nullu o 32 stupně níže pod bod mrazu, tak že označil bod mrazu číslem 32 a tudíž bod varu číslem 212.

Stupně, jež buď přímo na rource teploměrné, buď na desce, na kterou teploměr se připevňuje, se vyryjí, můžeme přenést i na část trubice nad bodem varu, jakož i na část trubice pod bodem mrazu. Stupně nad bodem mrazu zovou se *stupně tepla* a značí se znaménkem + (ku př. + 8°R), pod bodem mrazu jsou pak *stupně mrazu* neb *zimy* a značí se znaménkem — (ku př. — 6°C).

$$\begin{aligned} \text{Poněvadž teplota } 80^{\circ}R &= 100^{\circ}C = 180^{\circ}F \text{ a} \\ \text{tudíž také } \frac{80}{180}^{\circ}R &= \frac{100}{180}^{\circ}C = \frac{180}{180}^{\circ}F, \\ \text{aneb } 1^{\circ}R &= \frac{5}{9}^{\circ}C = \frac{9}{5}^{\circ}F, \end{aligned}$$

převédeme jakýkoliv počet stupňů Réaumurových ve stupně Celsiovy, znásobíme-li počet ten $\frac{5}{9}$, a ve stupně Fahrenheitovy, znásobíme-li jej $\frac{9}{5}$, načež ovšem ku číslu vypočtenému ještě 32 stupně, jež jsou na teploměru Fahrenheitově pod nullou, připočísti musíme. Tak jest ku př.

$$20^{\circ}R = (20 \times \frac{5}{9})^{\circ}C = 25^{\circ}C = (20 \times \frac{9}{5} + 32)^{\circ}F = 77^{\circ}F.$$

Podobně lze porovnávatí stupně Celsiovy se stupni Réaumurovými a Fahrenheitovými. Převádějíce stupně Fahrenheitovy ve stupně Réaumurovy neb Celsiovy, musíme nejdříve 32°, jež jsou na teploměru Fahrenheitově pod bodem mrazu, odečísti a pak teprv zbytek převáděti.

b) *Teploměr luhový.* Při $-40^{\circ}C$. rtuť tuhne, načež ani se nesmršťuje ani se neroztahuje *tou měrou*, kterou tepla ubývá neb přibývá. *Nepravidelné* této proměny v objemu doznává však rtuť již *dříve*, než ztuhla, z čehož patrno, že nehodí se teploměry rtuťové ku pozorování teploty velmi nízké. K účelům takovým slouží pak *teploměr luhový*, v němž na místě rtuti *bezvodý barevný luh* obsažen. Láh roztahuje se totiž i při velmi nízké teplotě *tou měrou*, kterou tepla přibývá, a nepřechází při žádné posud známé teplotě v skupenství pevné.

Při teplotě nad nullou roztahuje se luh teplem velmi *nepravidelně*, proto stanoví se stupně tepla na teploměru luhovém, zabíjíme-li vodu, jejíž teplotu dobrým teploměrem rtuťovým ustavičně měříme, postupně tak, aby měla 1°, 2°, 3°, 4°, ... a naznačíme-li na stupnici luhového teploměru, do vody té ponořeného, vždy dotýčný stupeň tepla. Podobně určují se též jednotlivé stupně teploměru rtuťového, jehož rourka nemá po celé délce stejného průměru světlosti.

Teploměr jest přístroj ve vědách i ve všech odvětvích průmyslu veledůležitý, ano i v domácnosti potřebný. Teploměrem stanovíme teplotu vzduchu ve světnici i ve stájích; lékař potřebuje ho nutně v nemocnicích, aby vyšetřil, zdaž teplota vzduchu neb lázně jest nemocnému přiměřena; zahradník pozoruje teploměr ve hříjnách, kdež musí udržeti vzduch v teplotě, cizokrajným tam chovaným rostlinám potřebné; fysik a lučebník nemohou bez teploměru se obejítí.

Při pozorováních vědeckých jest často potřeba určití, jaký byl v jisté době v nějakém místě *nejvyšší* a *nejnižší* stupeň tepla. Ku pozorováním takovým slouží *Rutherfordův teploměr výmězní*, který skládá se z teploměru rtuťového *bb* (obr. 60.) a z teploměru luhového *aa*.

Rourka teploměru rtuťového *bb* má tak veliký průměr světlosti, že může v ní se posouvatí železná tyčinka *d*, kterou rtuť teplem se

roztahujíc, před sebou dále puďí, a ochlazením se smršťujíc za sebou ostavuje, tak že konec tyčinky obrácený ke rtuti zůstává při tom od-
dilu stupnice, kterého rtuť dostihla. V teploměru líhovém *aa* jest skle-
něná tyčinka *c* barvy jiné než
má líh. Smršťuje-li se líh ubý-
váním tepla, táhne tyčinku, ku
které lne, s sebou nazpět; roz-
tahuje-li se líh teplem, postu-
puje kolem tyčinky ku předu,
a poněvadž jest pak přilnavost
jeho ku tyčince ve všech smě-
rech stejná a tudíž vzájemně
se ruší, zůstává tyčinka v témž

Obr. 60.



místě, tak že konec její ke kuličce obrácený značí nejmenší teplotu
v tom kterém místě v určité době.

Oba teploměry bývají na skleněné neb dřevěné desce *v protíněm směru*
přípevněny a připraví se ku každému novému pozorování tím způsobem, že
deska postaví se kolmo tak, aby byla kulička *a* obrácena vzhůru; tu kleane
pak tyčinka *c* i tyčinka *d* dolů, tak že dotýkají se obě konci svými povrchu
kapalin, načež deska opět vodorovně se postaví. Aby nemohla tyčinka *c* do ku-
ličky *a* padnouti, kádyby tato omylem dolů byla obrácena, jest teploměr *aa* při
kuličce zahnutý.

b) Rozvádění tepla.

70. Teplovodiči. Položíme-li *studené tělo* na *horká* kamna a
ponecháme-li je nějakou dobu na kamnech, zpozorujeme, že tělo se
zahřálo; stanovivše teploměrem teplotu kamen i těla, shledáme pak,
že teplota kamen i těla jest stejná. Držíme-li jeden konec kovového
drátu dosti *dlouhého* v ruce a dotýká-li se druhý konec plamene svíčky,
zahřívá se za krátkou dobu celý drát tak značně, že musíme z ruky
jej pustiti; *krátkou* sirku na jednom konci plamenem hořící můžeme
však na druhém konci v prstech držeti, aniž bychom značnějšího
tepla cítili.

Dotýkají-li se vespolek dvě tělesa nestejně teploty, sděluje
teplejší studenějšímu tepla tak dlouho, až jest teplota obou těles
stejná. Výjev tento zove se *sdílením tepla*.

Zahřívá-li se tělo v jednom místě, sdělují zahřáté částice na-
bytého tepla sousedným studenějším, tyto pak sdělují tepla opět
částicím následujícím a tak postupuje teplo od částice ku částici
tak dlouho, až mají veškeré částice *teplotu vyšší*, kteráž spravuje
se teplotou zdroje teplotového a vzdáleností částic ode zdroje toho.

Rychlost, kterou teplo v těle od částice k částici postupuje,
jest u rozličných těles rozličná, i rozeznáváme v té příčině tělesa
dvojího druhu, a sice:

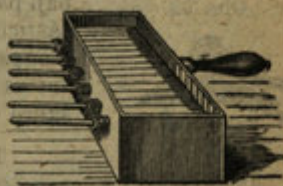
1. *Dobré teplovodiče*, ve kterých teplo *rychle* celou hmotou
se rozšiřuje čili *se rozvádí* a kteří, dotýkajíce se těla *teplejšího*, brzy

se zahřívají, dotýkající se však těla *chladnějšího* (ku př. vzduchu) tolik tepla mu sdělují, že brzy se ochlazují, pročež také *dobrymi sdleči* tepla se zovou.

2. *Špatné teplovodiče*, ve kterých teplo jen *zvolna* od částice ku částici se rozvádí a kteří, zvolna od jiných teplo přijímající i zvolna jiným ho sdělující, *zdlouha* se zahřívají i *zdlouha* se ochlazují, pročež i *špatnými sdleči* tepla se nazývají.

71. Vodivost tepla těles pevných. Vodivost tepla těles pevných určuje se tyčinkami *stejně délky i tloušťky*, z rozličných pevných těles zhotovenými, jež zastrčí se do postranních otvorů plechové nádoby (obr. 61.) tak, aby jedním koncem částečně do vnitř nádoby zasáhaly, a na povrchu z nádoby vyčnívajícími stejně silnou vrstvou vosku se povlekou. Čím lepší teplovodič jest tyčinka, tím *rychleji* a tím *dále* ode stěny nádoby vosk se roztaví.

Obr. 61.



Nejllepší vodičové tepla jsou *kovy*, *dobří vodičové* jsou *kameny*, *dostí špatní vodičové* jsou rozličné druhy *skla*; *kosti*, *dříví*, *sláma*, *seno*, *uhlí*, *popel*, *země*, *hlíněné nádoby*, *vlna*, *vlasý*, *chlupy*, *peří* a *sníh* jsou *špatní teplovodiči*.

Z rozličné vodivosti tepla těles pevných lze vyložití některé *vyjevy*.

Vezmeme-li do jedné ruky kousek kovu a do druhé kousek dřeva, a je-li teplota kovu i dřeva stejná, ale menší než teplota ruky, tož jeví se kov *chladnějším* než dřevo, je-li pak teplota kovu i dřeva stejná, ale větší než teplota ruky, jeví se kov *teplejším* než dřevo. V prvním případě odnímá a ve druhém sděluje kov ruce rychleji tepla než dřevo. Totéž pozorujeme u všech dobrých a špatných teplovodičů. — V nádobách kovových vaří se voda dříve než ve skleněných a ve skleněných dříve než ve hlíněných. — Niť na kovovou tyčinku navinutou můžeme plamenem svíčky protáhnouti, aniž by shořela. — Na plechové střeše taje sníh dříve než na cihlové, na cihlové dříve než na šindelové a na šindelové dříve než na doškové; na kamenné dlažbě taje sníh dříve než na polích. — V dřevěných staveních jest v zimě tepleji než ve zděných.

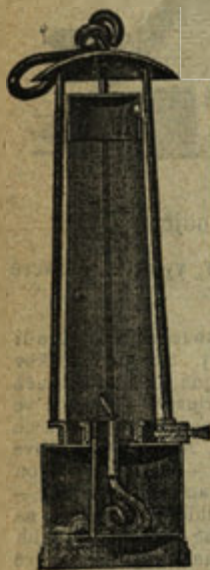
Dobrych i špatných teplovodičů užívá se za příčinou jich rozličné vodivosti tepla způsobem rozličným.

V zimě odíváme se v kožichy a ve vlněný šat, poněvadž co špatní teplovodičové tělu vnitřního tepla jeho neodnímají. — Sníh, který v zimě zemi naši pokrývá, chrání jako plášť zimní osení i jiné rostliny, aby nepomrzly. — Chceme-li zmrzlého člověka ku životu vzkřísiti, musíme jej ve chladné světnici sněhem pokrýti. Sníh neodnímá tělu tepla, pročež může vnitřním teplem, pokud ještě nějaké v těle zbývá, tělo *poněmhu* se zahřáti. — Eskimáci staví své příbytky ze sněhu i ledu. — Studné a stromy obalují se v zimě slámou; kamenné dlažby pokrývají se na zimu prkny a dřevěná podlaha ve světnici pokrývá se vlněnými koberci; jezdci obalují si za mrazu třmeny slámou neb senem. — Žehličky, pohrabáče, dvířka u kamen a j. mají dřevěné rukojeti. —

Ohnivzdorné pokladnice mají dvojitě stěny a prostor mezi vnější a vnitřní stěnou popelem aneb jiným špatným teplovodíčem vyplněný. — Lednice bývají prkny a slamou pokryty. — Železná kamna rychle se zahřívají a rychle vychladnou, proto hodí se jen do takových místností, kde potřebí tepla brzy ale na krátký čas; hlíněná kamna pomalu se zahřívají ale dlouho teplo po-držují. — Dáme-li nad plamen líbový neb svíčkový síť drátěnou, dosti hustou, odnímá síť co dobrý teplovodič hořlavým parám tolik tepla, že, když byly síťi prostoupily, nemobou více hořeti. V tom zakládá se *Davy-ho kahan bezpečný*, jehož užívají horníci, aby zapálení a zkázonosnému výbuchu třaskavých plynů v dolech zabránili. Jestli to obyčejný kahan (jak jej obr. 62. v průřezu znázorňuje, opatřený komínkem síťatým, z drátu utkaným a nahoře mosazným kotoučem uzavřeným.

72. Vodivost tepla kapalin. Zahříváme-li kapalinu v nádobě *zdola*, zahřívají se nejprve částice na dně nádoby a *rozta-hují se*, stavše se *řidělmí* a tudíž i *lehčímí* stou-pají pak vzhůru; *studenější* a tudíž *hustší* a *těžší* částice klesají pak ke dnu a byvše zahřátý stoupají opět vzhůru, tak že postupně jedna vrstva kapaliny po druhé dna se dotýká a ve-škeré vrstvy její se zahřejí.

Obr. 62.

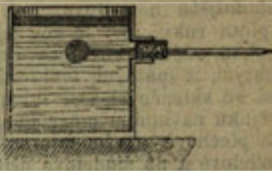


Toto proudění kapaliny možno pozorovati, nasypeme-li prášku jantarového aneb drobných pilin dřevěných do vody, kterou v skleněné nádobě z dola zahříváme. U prostřed stoupá prášek *vzhůru*, při stěnách pak klesá dolů (obr. 63.).

Obr. 63.



Obr. 64.



V zahřívání vody z dola prouděním zakládá se topení horkou vodou. Voda zahřívá se v kotli a ohnuté trubici, která jedním koncem v hořejší stěně kotle ústí a druhým koncem téměř až ke dnu kotle sáhá. Kotel i trubice jsou vodou zcela vyplněny; trubice stoupá nejprve vzhůru do místnosti, která má se vytápěti a jest pak dolů zahnutá. Zahřátá voda vystupuje ustavičně z kotle do trubice a sděluje tepla vzduchu, čímž chladne a opět v druhém rameni trubice dolů na dno kotle klesá, kdež znovu se zahřívá.

Zahříváme-li kapalinu *s hora*, jest proudění její nemožno. Zahřáté částice, jsouce *řidčí* a *lehčí*, zůstávají nahoře a sdělují tepla dolejšími částicím jen *velmi zdlouha*.

Otvorem po straně plechové nádoby prostrčí se teploměr i nalije se pak do nádoby vody tak vysoko, aby povrch její byl nad teploměrem (obr. 64). Nalijeme-li pak na vodu horký olej aneb líc, který se zapálí, zahřívá se voda tak zvolna, že teprv za značnou dobu rtuť v teploměru nepatrně stoupá.

Vyjímaje rtuť (která co kov jest dobrým teplovodičem) jsou všechny kapaliny špatní teplovodiči.

Ochlazují-li se kapaliny, chladnou a houstnou nejprve hořejší vrstvy a jsouce těžší padají ke dnu, dolejší, teplejší a tudíž řidčí a lehčí vrstvy přicházejí na jich místo a tak přicházejí postupně všechny vrstvy kapaliny na povrch i ochlazuje se prouděním poněmáhlu celá kapalina.

Voda ochlazuje se způsobem právě vytknutým tak dlouho, až má naskrze teplotu $+3^{\circ}R$, kdež jest hustota její největší, načež proudění přestává. Ochladí-li se hořejší vrstva vody ještě více, totiž pod $+3^{\circ}R$, tu počíná opět řídnouti a nemůže tudíž více ke dnu klesati. Dalším ochlazováním proměňuje se voda konečně v led.

V jezerech a rybnících zmrzla by voda až ke dnu i pohynuli by všickni živočichové v ní žijící, kdyby ochlazování a jím vznikající proudění vody trvalo neustále. Jak z předcházejícího patrno, přestává však voda klesati, jakmile na $+3^{\circ}R$ byla ochlazená. Ochlazuje-li se voda ještě více, mění se hořejší vrstvy v led, který co špatný teplovodič dalšímu ochlazování dolejších vrstev zabraňuje, hlouběji pod ledem má však voda teplotu $+^{\circ}R$, ve kteréž živočichové ve vodě žijící mohou obstáti. — V řekách a potocích mísí se teplejší voda s chladnější padáním i proudem i tvoří se tudíž led netoliko na povrchu, nýbrž i na dně (námráz), avšak voda odtrhuje led ode dna a zdvihá jej, co tělo lehčí na povrch, čehož důkazem jsou mnohdy kusy hlíny a kamení spolu s ledem ode dna řečiště odtržené. Čím více ledu ode dna na povrch přichází, tím volněji splývá led na hladině vodní, až konečně utvoří se souvislá vrstva ledu na celém povrchu.

73. Vodivost tepla plynů. Tělesa skupenství plynného jsou špatní teplovodiči. Zahřívají-li se však v prostoru se všech stran uzavřeném z dola, vzniká jako u kapalin proudění teplejších vrstev vzhůru a studenějších dolů i zahřívají se pak znenáhla všechny vrstvy jejich.

O proudění vzduchu ve vytopené světnici možno přesvědčiti se proužkou papíru do závitů stočenou a na drátě zavěšenou, kteráž na kamnech proudem vzduchu ustavičně se otáčí (obr. 65.), poněvaž vzduch vzhůru vystupující na šikmou plochu její naráží a jí stále na stranu tlačí. — Ve světnici vytopené jest vzduch na stropě vždy o několik stupňů teplejší než na podlaze. — Držíme-li hořící svíčku v pootevřených dveřích (obr. 66.), obrací se plamen nahore ze světnice ven (c), dole do světnice do vnitř (a), u prostřed pak hoří klidně (b), což důkazem, že studený vzduch proudí do světnice dole, teplý pak uniká ze světnice horem.

V proudění vzduchu z dola zahříváného zakládá se návod Meissnerův k vytápění světnic vzduchem. Vytápění toho rozeznáváme dvojitý způsob, a sice: a) Obyčejná kamna opatří se tak zvaným p^rístěm, t. j. širokým válcem železným aneb kachlovým, který nahore jest otevřen na podlaze spočívá a dole při zemi několika otvory opatřen jest. Vzduch u vnitř

Obr. 65.



pláště se zahřívá, stoupá vzhůru a na jeho místo tlačí se dolejšími otvory vzduch chladnější do pláště. Vzduch neustále z pláště ke stropu vystupující shání teplý vzduch se stropu dolů, čímž docílí se *stejnomyerného* zahřátí vzduchu v celé světnici. b) Kamna jsou ve zvláštní komoře, kteráž spojena jest se světnicí aneb i s více světnicemi, jež mají vzduchem se vytápěti, dvěma rourami.

Obr. 66.



Jedna z rour ústí jedním koncem ve stropu komory a druhý konec její zasazen ve stěně světnice asi 1° vysoko od podlahy. Touto rourou přitéká teplý vzduch do světnice. Studený vzduch odtéká ze světnice rourou, která v podlaže světnice zasazena jest a téměř až ku podlaže komory sáhá. Komora, ve které se topí, musí, jak patrně, býti vždy pod těmi místnostmi, které mají teplým vzduchem se vytápěti.

V komíně zahřívá se vzduch ohněm z dola a uniká nahoře ven do vzduchu vnějšího, vnější studený vzduch proudí pak dolem do kamen a poskytnuv ohni kyslíku ku hoření potřebného uniká s parami hořením zplozenými do komína, čímž vzniká neustále proudění vzduchu v komíně. — Podobně proudí vzduch též ve skleněném komínku lampy. Zahřívá-li se vzduch sluncem v jednom místě na zemi naší více než v druhém, stoupá zahřátý do výšky a dolem přichází na jeho místo vzduch stude-

nější z krajin sousedních. Takovému *proudění vzduchu* zove se *větrm*. Že i při každém větším požáru vítr vzniká, vyplývá z předcházejícího.

Špatné vodivosti tepla vzduchu užívá se k rozmanitým účelům.

Dvojitá okna a dvojitě dvěře zabraňují, aby vzduch ve světnici nevychladnul, ješto vzduch mezi okny a mezi dveřmi co špatný teplovodič vzduchu ve světnici tepla neodnámá. Podobně prospěšné jsou též dvojitě podlahy a stropy. — Lednice u pivovárů mívají dvojitě zdi a mezi nimi vrstvu vzduchu, tak že teplo sluneční do vnitř vniknouti nemůže. — Duté cibly jsou velmi výhodné ku stavbě, ješto vzduch v dutinách jejich uzavřený činí zeď špatným teplovodičem a tudíž přibytěk teplým a suchým.

c) Roztahování se těles teplem.

74. Roztahování se těles teplem. Že každé tělo teplem se roztahuje, t. j. většího objemu nabývá, bylo již v odstavci 16. při roztaživosti těles vytknuto. Roztahování těles možno stanoviti buď v *jednom*, buď ve *dvou*, buď ve *třech* na sobě kolmých směrech, tak že rozeznáváme roztaživost v *délce* (*podélnou*), v *ploše* (*plochovou*) a v *objemu* (*krychlovou* č. *tělesovou*).

U těles pevných stanoví se nejčastěji pouze roztaživost v délce, u kapalin a vzdušin určuje se roztaživost v objemu.

75. Roztahování se těles pevných teplem. Zkouškami bylo dokázáno, že rozličná pevná tělesa roztahují se *stejným* teplem *rozdílně* a že roztaživosti jejich v *délce* od bodu mrazu až k bodu varu přibývá tou měrou, kterou přibývá tepla. Při teplotě 100°C.

přesahující roztahují se pevná těla větší měrou než tou, kterou přibývá tepla.

Zahřejeme-li cinkovou tyč z 0°C postupně na 1° , 2° , 3° , 10° , 100°C , prodlouží se o $\frac{1}{34000}$, $\frac{2}{34000}$, $\frac{3}{34000}$, $\frac{10}{34000}$, $\frac{100}{34000}$ té délky, kterou měla při teplotě 0°C ; zahřejeme-li ji však až ku 200°C , prodlouží se o více než $\frac{200}{34000}$ délky, již měla při 0°C .

Číslo, jímž vytknuto, o kolikátý díl své délky pevné tělo se prodlužuje zahřátím z 0° až ke 100°C , zove se *koefficientem roztaživosti*. Je-li pak k koefficient roztaživosti, bude $\frac{k}{100} = \alpha$ značiti, o kolikátý díl délky se prodlužuje tělo, když teplota jeho o 1°C se zvýší; α jest koefficientem roztaživosti pro 1°C .

V následujícím přehledu vytknuty jsou koefficienty roztaživosti pro 1°C některých těles

T ě l e s a	α	T ě l e s a	α
litina	0·000017182	měď	0 000017182
železo kované	0·000012204	stříbro	0·000019097
ocel nekalená	0·000010788	zlato	0·000014660
ocel kalená	0·000012394	platina	0·000008842
olovo	0·000028575	sklo bezolovné	0·000008969
cin	0·000021730	sklo flintové anglické	0·000008613

V roztaživosti těles pevných teplem zakládají se některé důležité přístroje.

V nestejně roztaživosti kovů teplem zakládá se teploměr *Holzmannův*, který záleží ve dvojitě proužce železně (neb *platinové*) m a *mosazné* (neb *měděné*) n , kteráž jest do kruhu ohnuta a jedním koncem připevněna (obr. 67.). Druhý konec její se dotýká dvouramenné páky, mající na konci ozubený oblouček kruhový, který zasáhá do ozubeného kolečka, na jehož ose upevněna ručička z . Přibývá-li teploty, rozevírá se proužka a ručička se pohybuje směrem x ; ubývá-li teploty, zakřivuje se proužka více, čímž oba konce její k sobě se přibližují a ručička směrem y se pohybuje. Stupnice zhotovuje se zkušebně pomocí teploměru rtuťového. — Malé pírkó spirálně tlačí na páku, aby vždy k volnému konci proužky přiléhala. — V ručičce z jest kolmý nýtek, který posouvá ručičky w a v , jež ukazují pak nejvyšší a nejnižší stupeň tepla v určité době. Teploměr nalézá se v okrouhlém pouzdru a podobá se vnější svou úpravou kapesním hodinkám. Někdy bývají i rtuťové a lihové teploměry podobně upraveny, majíce rourky do kruhu zahnuté.

Obr. 67.



Žároměr Daniellův zakládá se v nestejně roztaživosti platiny a tuhy. Do tuhové tyče 8 angl. palců dlouhé, u prostředě až do hloubky 7·5" provrtané, zastrčí se až ke dnu válec platinový 6·5" dlouhý a pak váleček porcelánový, který válec platinového se dotýká a z otvoru tyče tuhové poněkud vyčnívá. Dá-li se tuha s platinovým a porcelánovým válečkem do žáru, roztahuje se platina značněji než tuha a postrčí tudíž váleček porcelánový dále z otvoru tyče tuhové. Když pak přístroj vychladl, zůstává váleček porcelánový, který otvorem těsně prochází a tudíž nazpět do původní polohy posouvnouti se nemůže, v tom místě, kam byl pošinut, a citlivým měřítkem možno pak část, o kterou válec platinový žárem se prodloužil, a tudíž i počet stupňů žáru určití.

Z roztaživosti těles pevných možno vyložiti mnohé výjevy i potřebí k ní v mnohé příčině jak ve vědách tak v životě obecném přihlížeti.

Železné svorníky, jimiž bývají kameny spolu spojeny, trhají se v silném mrazu a ohybají se v silném horku, poněvadž více se smršťují i roztahují než kameny. Aby se tomu zabránilo, dělají se otvory do kamenů průměru většího, než ho tloušťka svorníku vyžaduje, a prázdné prostory vyplňují se olovem, kteréž poddávajíc se roztahování a smršťování se svorníků nepřekáží. — Kotle a roury kovové nesmí býti těsně zazděny. — Části kolejí železničných nesmí vespolek těsně se dotýkati. Železné trouby vodovodů bývají na koncích jedna do druhé tak zasazeny jako trubice dalekohledu. — Plechové desky na střechách teplem se ohýbají a hřeby z nich vylézají. — Poleva (glasura) nádob železných horkem praská a loupá se. — Rozličné druhy dřeva, spolu sklížené, odlučují se od sebe, když horkem nestejně se roztahují. — Skleněné tabule, zasazené těsně do kovových rámců, praskaly by v zimě, poněvadž kov ochlazením smršťuje se silněji než sklo. — Příčinou praskotu šindelových střech v zimě jest úsilné smršťování se hřebů, kterými jest šindel na laticích přibit. — Kovář dává na kola železné obruce pokud jsou horké, neboť když obrucé ochlazením se smrští, drží kolo tím pevněji pohromadě. — Nemůžeme-li zátky z láhve vytáhnouti, zahříváme hrdlo; když hrdlo zahřátím se rozřítalo, vytáhneme zátku snadně. — Dvířka u kamen nesmí otvor těsně uzavíratí, neboť bychom jich nemohli otevřítí, když v kamnech jest zatopeno. — Želízko musí míti menší objem, než jest dutina v žehliče. — Postavíme-li sklenici na horká kamna, praskne, poněvadž dolejší částí sklenice zahřívají a roztahují se dřívě než hořejší. — Kadluby na litinu musí býti poněkud větší než má býti litý předmět, poněvadž litina vychladnuvší se smršťuje. — Za velikého horka visí železný most níže než v zimě, ješto tyče, na kterých jest zavěšen, v letě horkem se prodloužují, v zimě pak se skraccují. — Na konservatoři pařížské rozstoupili se pod těžkou střechou zdi tak značně, že bylo se obávati, že budova se sesuje. Prostrčeny skrze otvory, naproti sobě ve zdích učiněné, tyče železné, jež měly na obou koncích, poněkud ze zdi vyčnívajících, šroubové závit. Tyče pak se zahřály a prodloužily a na závitě obou konců navlečeny silné desky kovové, které šroubovou maticí, k závitům tyče příslušnou, ke zdi se přitlačily. Když tyče ochlazením byly se smrštily, stáhly zdi dobromady, tak že stály zpřímá a budova byla zachována. — Teplem prodlužuje se a zimou skraccuje se tyč kývadla hodinového, čehož následek jest pak, že hodiny jdou v letě volněji č se opozdují, v zimě pak jdou rychleji č. předbíhají.

76. Roztahování se kapalin teplem. Četnými zkouškami dokázáno, že kapaliny teplem více se roztahují než tělesa pevná a že rozličné kapaliny tímž teplem rozličně se roztahují. Poněvadž v mezích z 0° až ke 100°C kapalinám nepřibývá objemu tou měrou, kterou přibývá tepla, nelze stanoviti koeficientu roztaživosti kapalin. Že jen takové kapaliny mohou sloužiti co teploměry,

jinž přibývá objemu tou měrou, kterou přibývá tepla, vyplývá z věci samé.

Rtuť roztahuje se z 0° až ke 100°C teple poměrně a její koeficient roztaživosti pro 1°C jest $\frac{1}{5550}$.

Zahřátím z 0° na 100°C přibývá objemu:

líhu $\frac{1}{9}$,	tak že z	9	žejdlíků	nabýváme	10	žejdlíků.
oleji $\frac{1}{12}$	" " "	12	" "	" "	13	" "
vodě $\frac{1}{22.76}$	" " "	22.76	" "	" "	23.76	" "
rtuťi $\frac{1}{55.5}$	" " "	55.5	" "	" "	56.5	" "

Poněvadž líh teplem tak značně se roztahuje, musíme při koupi většího množství líhu též ku teplotě jeho přihlížeti.

77. Roztahování se plynů teplem. Plyny se roztahují teplem mnohem více než kapaliny a tělesa pevná. Zkouškami bylo dokázáno, že všechny plyny, byly-li stejnou měrou zahřáty, také stejnou měrou se roztahují, tak že koeficient roztaživosti jest pro všechny plyny stejný, a sice pro 1°C $\frac{1}{273}$ a z 0° na 100°C $\frac{1}{30}$.

Zahříváme-li tudíž vzduch, kyslík, vodík aneb jakýkoliv jiný plyn z 0° na 1° , 2° , 3° , ... n° , zvětšuje se objem jejich o $\frac{1}{273}$, $\frac{2}{273}$, $\frac{3}{273}$, $\frac{n}{273}$.

Roztaživosti plynů přibývá i při vyšší teplotě než 100°C tou měrou, kterou přibývá tepla.

Poněvadž vzduch teplem poměrně se roztahuje, užívá se vzduchu též co teploměru. Úprava teploměrů vzduchových bývá rozličná, užívá se jich však pouze k účelům vědeckým. Ku potřebě obecné nehodí se, protože teplota z pozorovaného objemu vzduchu teprv vypočítá se musí.

Vzduchový žaroměr *Petersenův* jest hruškovitá neb kulovitá nádobka platinová, mající asi 1'' objemu. Nádobka ta naplní se suchým vzduchem, není však neprodyšně uzavřena. Dá-li se do žáru, unikne z ní část vzduchu, a vhodí-li se pak do studené vody, vnikne tlakem vzduchu vnějšího do nádobky voda. Když žaroměr nabyl původní teploty, stanoví se stupně žáru vahou vody, která do něho vnikla. — Podobnou úpravu má žaroměr *Pouilletův*, který záleží v kouli platinové, do níž ústí úzká rourka platinová.

d) Proměna skupenství teplem.

78. Tání. Mnohá pevná tělesa, byvše jistou dobu přiměřeně zahřívána, konečně tají, t. j. přecházejí ze skupenství pevného ve skupenství kapalné — mění se v kapalinu

Teplota těla pevného, na teploměru pozorovaná, stoupá zahříváním až k jistému stupni, při kterém pak tělo kapalné. Pokud tělo taje, jeví se na teploměru teplota stejná, byť tělo i silněji se zahřívalo.

Dáme-li do vytopené světnice nádobu s ledem neb sněhem, do něhož jsme teploměr ponořili, ukazuje teploměr z prvu teplotu několika stupňů pod nullou, brzy vystoupí však rtuť k nulle a zůstane tak dlouho u bodu mrazu, až všecken led neb sníh zkapalní.

Rozličná pevná tělesa tají při rozličné teplotě, jak patrně z následujícího přehledu:

Tělesa	stupně C	Tělesa	stupně C
alkohol čistý	-78°	vismut	264°
rtuť	-40	olovo	335
terpentinová silice	-10	cínk	412
led	0	antimon	430
lůj	40	stříbro	916
stearin	49	zlato	1040
vosk žlutý	61	litina	1100
vosk bílý	68	měď	1200
fosfor	44	železo kované	1600
síra	115	ocel	1800
čín	235		

Slitiny kovů tají teplotou nižší, než jest ona, kterou tají jednotlivé kovy v slitině obsažené.

Slitina z 5 částí olova, z 3 částí cínu a z 5 částí vismutu taje při 100°C.

79. Teplo při tání těles utajené. Taje-li tělo, podržuje teplotu, při které táti počalo, tak dlouho, pokud celé neroztálo, byť i velmi silně se zahřívalo.

Teplem tajícímu tělu sděleným tudíž tání pouze se urychluje a ještě tající tělo teplo pohlcuje, aniž by jím teplota jeho se zvyšovala, zoveme teplo toto *utajeným* aneb *poutaným*.

V papírovém obale možno olovenou kuličku roztaviti, je-li obal hladký a přiléhá-li těsně ke kuličce. Držíme-li v ruce led, bude ruka čím dále tím studenější. — *Když led z jara taje, ochlazuje se vzduch značně.*

Roztéká-li se pevné tělo v kapalině, utajuje též teplo, odnímajíc je kapalině, nádobě a vůbec celému svému okolí.

V tom zakládá se příprava *smíšenin mrazivých a strojeného ledu*. Smíšeniny mrazivé skládají se buď ze solí a kapalých kyselin, buď ze solí neb kyselin a sněhu neb ledu. Smícháme-li ku př. Glauberovu sůl se stejným množstvím kyseliny dusičné, klesne teplota z +10° na -12°R. Smíšením sněhu a kyseliny sirkové po stejném množství klesne teplota z -5° až na -41°R. Ochlazuje-li se voda smíšeninou mrazivou, povstává z ní led, k čemuž užívá se nádob kovových, jež bývají rozděleny ve více oddílův, z nichž některé vodou, jiné pak mrazivou smíšeninou se naplňují. Cukráři připravují *mražené*, jež také jinak ač nepěkně *zmrzlinou* se nazývá, stavíce cukrovou kaši v plechové nádobě do smíšeniny ledu a kuchyňské soli.

Při roztékání některých pevných těles v kapalinách *zvysuje se teplota kapaliny*, poněvadž chemickým slučováním těla pevného s kapalinou *mnoho* tepla se uvolňuje, než roztékáním pevného těla se utajuje.

80. Teplo při tuhnutí kapalin uvolněné. Ochlazujeme-li kapalinu až k jistému stupni, *ztuhne* konečně, t. j. promění se v tělo *pevné*, což děje se *pravidelně* při teplotě, kterou totéž pevné tělo kapalně.

Tuhnoucí kapaliny *uvolňují* tolik tepla, kolik ho při tání byly utajily.

Poněvadž mrznoucí voda teplo vypouští, tvoří se na řekách a jezerech led jen *pozvolna*. Část vody mění se totiž v led a jiná část vody zahřívá se teplem uvolněným.

Voda roztoků solných mrzne při menší teplotě než 0° a led obsahuje jen část soli v průlinkách uzavřenou.

V studenějších krajinách dobývají soli, odstraníve velikou část vody co led ze solanky.

Voda mající teplotu 0°C a led při též teplotě 0°C nemají stejné hustoty, zaujmát voda při 0°C 0.9 objemu onoho, jež led při 0°C vyplňuje. Výjev ten vykládá se tím, že v ledu jsou jednotlivé částice nahraněny a tudíž jinak seřaděny a více od sebe vzdáleny než ve vodě. Podobným způsobem jako led chová se též *litina* a *vismut*.

Nádoby naplněné vodou trhají se, zmrzne-li voda, poněvadž led více místa zaujímá než voda, z níž povstal. — Poněvadž jest hustota ledu menší než hustota vody, plove led na vodě.

81. Výpar a var. Přečází-li kapalina neb pevné tělo na povrchu svém *ve skupenství vzdušné*, tu říkáme, že se vyparuje a vzdušiny, jež takto povstaly, zovou se *páry*.

Čím *více* kapaliny se zahřívají, tím *rychleji* se vypařují, z čehož patrně, že teplota kapaliny ve výpar její působí.

Výpar kapaliny pozorujeme, necháme-li ji delší čas v otevřené nádobě ve vzduchu, neboť ubývá jí ponaáhlu, až konečně všechna zmizí, t. j. v páry se promění. Výpar kafra a jiných pevných těles pozorujeme již ze zápachu, jež ve vzduchu rozšířují.

Kapalina vyparuje se na povrchu i při teplotě velmi nízké; zahřejeme-li však kapalinu až ke stupni, který *bodem varu* se zove, proměňuje se kapalina též *uvnitř* v páry, jež pak v bublinách úsilně ku povrchu vystupují, což *vřentím* čili *varem* kapaliny se zove.

Teplota *varu rozličných* kapalin jest *rozličná*. Tak vře ku př.:

kapalina	při teplotě	kapalina	při teplotě	kapalina	při teplotě
kyselina uhličitá	-98°C	alkohol . . .	$+78^{\circ}\text{C}$	kysel. sirková	$+310^{\circ}\text{C}$
" siričitá	-10°	voda	$+100^{\circ}$	lněný olej . .	$+316^{\circ}$
éter	$+35^{\circ}$	voda mořská . .	$+103.7^{\circ}$	rtuť	$+360^{\circ}$
sírouhlík . . .	$+47^{\circ}$	fosfor	$+290^{\circ}$	síra	$+420^{\circ}$

Při teplotě menší, než jest teplota varu, vypařují se kapaliny pouze *na povrchu*. Kapaliny, které velmi rychle i při obyčejné teplotě vzduchu se vypařují, zovou se *prchavé*, jako ku př. alkohol, éther, silice, kapalná kyselina siřičitá, kapalná kyselina uhličitá a t. d.

Též některá pevná tělesa jsou prchavá, jako: kafr, jód, utrých a j. v.

Prádlo uschne za každé teploty, i v zimě, poněvadž voda za každé teploty se vypařuje. — Sušení sena záleží též ve vypařování se vody na vzduchu.

82. Teplota při výparu a varu utajené. Přečází-li kapalina ve skupenství vzdušné, t. j. mění-li se v páru, utajuje teplo.

Dáme-li teploměr do kapaliny, kterou zahříváme, tož stoupá rtuť až k okamžiku, kde kapalina vřítí počíná. Zahříváme-li pak kapalinu ještě více, urychluje se výpar, teplota kapaliny zůstává však vždy tatáž, tak že nelze ji zvýšiti nad teplotu varu.

Z toho vyplývá, že v otevřené nádobě nelze vodu zahřáti výše než na 100°C a že možno vařiti nad ohněm v nádobách cínových i olověných aneb i plechových na měkko spájených; neboť podržuje i nádoba, pokud voda se vaří, ustavičně teplotu 100°C, kteráž nepostačuje k tomu, aby kov neb pájka roztály. Voda vaří se i v papíře nad plamenem svíčky, aniž by papír shořel.

Páry odnímají teplo, jež utajují, kapalině, která se vypařuje, a nejbližšímu okolí svému a sice v míře tím větší, čím *rychleji* se vyvinují a tudíž čím *menší* jest teplota k varu kapaliny potřebná. Při výparu *průliš rychlém* může býti tolik tepla utajeno, že část kapaliny *zmrzne*. Vypařuje-li se kapalina *pozvolna*, nahrazuje se teplo utajené teplem z okolí.

Utajováním tepla při výparu vykládají se mnohé výjevy i užívá se ho mnohdy k rozličným účelům.

Po dešti ochlazuje se vzduch. — Na blízkou vod jest v letě vždy chladněji. — Vlhké půdy jsou chladné. — Obalíme-li kuličku teploměru bavlnou, kterou líhem neb étherem zvlažujeme, klesá rtuť rychle. — Navlhčíme-li ruku líhem neb étherem, cítíme ihned chladno, poněvadž kapaliny tyto rychle se vypařující ruce tepla odnímají. — Chceme-li za tichého povětří zvědět, zdaž a odkud vítr vane, nasliníme prst a vztýčíme jej do výšky. S té strany odkud vítr vane, jest prst chladnější, poněvadž voda úsilněji se tu vypařuje. — Mýš étherem polita zmrzne. — Po koupeli bývá nám chladno. — Zapoceny člověk nastudí se snadno v průvanu, kde pot rychleji se vypařuje. — Pro ochlazení kropí se v letě. — Sudy obalují se navlhčenými tkaninami, aby kapalina v sudech chladná zůstala. — Ve Španělech uchovávají vodu v nádobách, jež nazývají *alkarazzas*. Jsouť nádoby ty z hlíny nepolované a tudíž průlničité, tak že voda z nich porádě slabě prosakuje a na povrchu se vypařující vodě u vnitř zbývající tepla tolik odnímá, že vždy chladnou zůstává. — V téměř základě spočívá výroba ledu v Bengalsku. Za jasné noci rozeztaví tam na planině slanou pokryté pod širým nebem ploské nádoby s vodou. Výparem ubývá pak vodě teploty tak silně, že z části v led se mění. Sláma podestěná zabraňuje přístup teple z vyhráté půdy. — Postavíme-li mističku z tenkého plechu měděného na stůl vodou politý a dáme-li do mističky sírouhlík, do něhož pak měchem aneb i jinak dmycháme, vypařuje se sírouhlík a mistička přimrzne i v letě aneb ve vytopené světnici na stůl. — Postaví-li se voda

v kovové nádobě do jiné větší nádoby s étherem do prostoru, ve kterém (pomocí vývěvy) vzduch se zředuje, vypařuje se éther velmi úsilně a odnímá vodě tolik tepla, že voda zmrzne.

83. Tepló při zkapanění par uvolněné. Přecházejí-li páry ve skupenství kapalné, uvolňují teplo, jež při přechodu ze skupenství kapalného do vzdušného byly utajily. Vedeme-li horké vodní páry do studené vody, stoupá teplota vody mnohem výše, než by pouhým smíšením vystoupiti měla, neboť uvolňují páry, jež ochlazením zkapaněly, veškeré utajené teplo, tak že jím voda až k varu může se zahřáti.

Vedeme-li páry z jakékoliv kapaliny měděnou rourou, hadovitě svinutou a ponořenou do nádoby se studenou vodou, zahřívá se voda, ješto páry, v rouře se ochlazující, utajené teplo uvolňují. Teplota vody může teploměrem se měřiti a zvažíme-li kapalinu, jež z par byla povstala, možno pak množství uvolněného tepla určití.

Před deštěm bývá v letě veliké horko, ješto uvolňují vodní páry teplo, které byly utajily. Taktéž otepluje se vzduch v zimě, než sněh padá.

Páry vodní, kteráž v párním stroji úkol svůj již byla vykonala a do vzduchu bez užitku vypustiti by se musila, užívá se v továrnách nezřídka k tomu, aby ochlazující se a přecházející ve vodu, uvolněným teplem svým vodu aneb jinou kapalinu v jiných nádobách zahřívala. — Také slouží páry vodní ku vytápění příbytků a ku vyhřívání suširen.

84. Přehánění a překapování. Převádění těla pevného v páry zahříváním a par taktó vzniklých opět v tělo pevné ochlazením nazývá se *přehánění* čili *sublimace*, odkudž také pevné tělo, které z par co jemný prášek bylo se usadilo, *sublimát* se jmenuje.

Zahříváme-li kousek kafru ve skoumavce, vidíme bílé páry z kafru vystupující, jež na hofejší chladnější stěně skoumavky co jemný prášek se osazují.

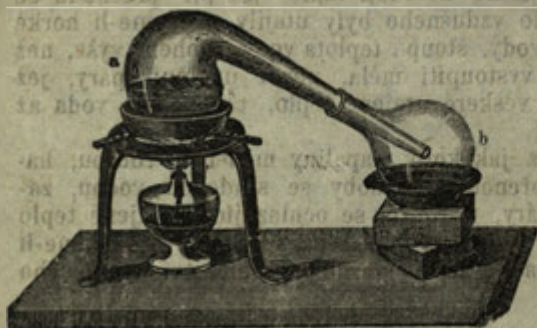
Překapování č. destillace záleží v tom, že kapalina zahříváním se vypařuje a páry její ochlazením opět kapalní.

Ku překapování menšího množství kapaliny slouží přístroj obr. 68, zná zorněný. Ve krivuli *a* zahřívá se kapalina až k varu, páry ochlazují se a kapalní v jímadle *b*. Má-li větší množství kapaliny se překapovati, zahřívá se kapalina v kotli, páry odcházejí pak z kotle rourou *c* do chladiče (obr. 69.), t. j. do dlouhé kovové trubice *s*, haditě zatočené, která ochlazuje se vodou v nádobě *ab*. Když pak proměnily se páry ochlazením v kapalinu, otevře se kohoutek *d* a kapalina vytéka. Teplem, jež přechodem par v kapalinu se uvolní, zahřívá se voda v nádobě *ab* a musí nahrazovati se ustavičně jinou, studenou, k čemuž slouží trubice *f*, kteráž jest dole při dně nádoby nálevkovitě rozšířena. Studená voda přitéká do nádoby *ab* trubicí *f*, oteplená odtéká pak z chladiče horem, postranním otvorem *o*. Širší trubice *ee*, která trubicí *f* objímá, slouží k tomu, aby voda oteplená trubicí *f* se-dotýkati a studenou vodu do chladiče přitékající otepliti nemohla.

Překapováním odlučujeme hmoty prchavé ode hmot, jiných v ohni stálých aneb méně prchavých. Zahříváme-li ku př. směs líhu a vody, odcházejí ze směsi páry líhové již při teplotě 79°C i můžeme taktó líh překapováním

odloučiti od vody. — Překapováním nabýváme vody zcela čisté, ješto pouze voda v páry se mění, pevné látky v ní rozpuštěné, jakož i všeliké příměsky její však v kotli zůstávají.

Obr. 68.



Obr. 69.



e) Měření tepla.

85. Jednotka tepla. Stanovíme-li teploměrem teplo nějakého těla, seznáváme pouze účinek tepla, jevící se roztahováním rtuti v teploměru; množství tepla, jež v těle jest ohsaženo, zůstává nám neznámo. Chceme-li množství tepla určití, musíme je měřiti a k tomu zapotřebí určitě míry.

Poněvadž teplo opět jen teplem měřiti možno, bere se za *míru* č. *jednotku tepla* ono teplo, jehož potřebí, aby 1 libra čisté (překapané) vody z 0° na 1°C se zahřála.

Ku zahřátí 2, 3, 4 n liber vody z 0° na 1°C jest patrně potřebí 2, 3, 4 n jednotek tepla.

86. Teplo měrné a vnímavost tepla. Smícháme-li 1 libru železných pilin, na 45°C zahřátých, s 1 librou vody 0°C teplé, tož bude za jistou dobu směs stejně teplá, ale bude jeviti teplotu pouze 5°C . Jak patrné, pozbyla 1 libra železa 40°C tepla a týmž teplem zahřálo se stejné množství vody, t. j. 1 libra, z 0°C pouze na 5°C ; přibývá tedy vodě 8krátě méně teploty, než by jí týmž teplem přibylo stejnému množství železa.

Porovnávajíce vespolek množství tepla, jichž potřebí, aby 1 libra rozličných těles z 0° na 1°C se zahřála, shledáváme, že množství tato jsou u rozličných těles rozličná, i nazýváme *ono množství tepla* čili *počet jednotek tepla*, jehož potřebí, aby teplota 1 libry (nebo 1 gramu, vůbec jednotky váhy) o 1°C se zvýšila, *teplem měrným*.

Poněvadž teplo, kterým teplota 1 libry vody z 0° na 1°C stoupá, za jednotku tepla klademe, jest patrně měrné teplo vody při teplotě 0° jednice (1).

Měrné teplo některých těles pevných a kapalných vytknuto v následující přehledné tabulce:

t ě l o	měrné teplo	t ě l o	měrné teplo	t ě l o	měrné teplo
led	0·9000	železo	0·1138	platina	0·0329
fosfor	0·2514	zvonovina	0·1100	zlato	0·0324
sůl kuchyňská	0·2300	nikl	0·1086	olovo	0·0314
síra	0·2026	cink	0·0956	voda	1·0000
sklo 0° — 300°C	0·1900	měď	0·0952	alkohol	0·6058
„ 0° — 100°C	0·1770	mosaz	0·0939	éter	0·5158
ocel nekalená	0·1765	stříbro	0·0570	olivový olej	0·5040
litina	0·1298	cín	0·0562	kyselina sirková	0·3490
ocel kalená	0·1175	antimón	0·0508	rtuť	0·0333

Tělesa, jejichž měrné teplo jest větší, musí býti opatřena schopností, aby větší množství tepla pohlcovala č. *vnímala*, pročez zoveme schopnost těla, pohltiti jisté množství tepla, aby teplota jeho o 1°C se zvýšila, *vnímavostí tepla*.

Poněvadž přibývá vnímavosti tepla tou měrou, kterou přibývá měrného tepla, jest vnímavost tepla nějakého těla tím větší, čím větší jest jeho měrné teplo.

Vnímavost tepla spravuje se:

a) hmotou těla, a jest tudíž, jak z předcházející tabulky vyplývá, u rozličných těles rozličná;

b) teplotou, neboť známo ze zkušenosti, že ku zvýšení teploty těla o 1°C potřebí tím více tepla, čím vyšší jest teplota těla.

Ku zahřátí těla z 20° na 21°C jest potřebí více tepla než ku zahřátí téhož těla z 0° na 1°C .

c) Čím více ubývá hustoty těla, tím větší jest jeho měrné teplo a tudíž i vnímavost tepla, pročez má totéž tělo ve skupenství plynném vnímavost tepla největší a ve skupenství pevném nejmenší;

d) vnímavost tepla mění se, když dvě tělesa vespolek chemicky se slučují, a mnohdy též, když pevné tělo v kapalině se roztéká.

f) *Zároje tepla.*

87. Slunce a země co zdroj tepla. Nejpřednějším zdrojem tepla jest slunce, jež zemi naši netoliko osvětluje, nýbrž i zahřívá.

Za okolností jinak stejných zahřívají paprsky sluneční tělo tím silněji, čím více jich na tutéž plochu přichází, t. j. čím jsou hustější, čím méně šikmo a čím déle na tělo dopadají a čím více jich tělo pohlcje.

Teplu sluneční jest k životu a zdaru živočichův i rostlin nevyhnutelně potřebné. Teplem slunečním spravují se proměny teploty denní a roční, jakož i teplota rozličných pásem na naší zemi, o čemž, jakož i o mnohých jiných z tepla slunečního vyplývajících výjevech, na jiném místě obšírněji pojednáno.

Slunce zahřívá pouze vrchní vrstvy země naší, do vrstev hlouběji položených teplo sluneční nevniká. V hloubce 60—80' zůstává teplota po celý rok stejná. Ve vrstvách hlubších přibývá pak teploty tou měrou, kterou se přibližujeme středu zemskému. Až posud neznámo, kterak teploty ku středu zemskému přibývá, ale nutno souditi, že ve hloubi 8—10 mil země ve stavu žhoucím neb tekutém se nalézá. Špatná vodivost kůry zemské jest příčinou, že teploty ohnivého jádra zemského pozorovati nemůžeme.

Ve sklepě pařížské hvězdárny 27.^m hlubokém ukazuje teploměr od roku 1783 ustavičné teplotu 11₈₁₆°C.

Že země naše má své vlastní teplo, toho důkazem jsou: výbuchy *sopek*, které *žhavou* lávu vyhazují, — *horké prameny* (jako ku př. vřídla v Karlových Varech 59—60°R., v Teplicích 22—39°R., v Svatojanských lázních blíže Trutnova 23—25°R. atd.), jež mají teplotu tím vyšší, z čím větší hloubky zo země vynikají, — *tání* nejhlubších vrstev ledu v ledovcích atd.

Ve sklepích v zimě nemrzne; řepu a zemáky zahrabáváme do země, abychom je mrazu uhájili; v severních krajinách dělají si zvířata v zimě své brlohy v zemi, ano i lidé hledají v zemi útočiště před silným mrazem.

88. Mechanické zdroje tepla jsou: tlak a ráz, přitnavost a pohlcování a tření.

a) *Tlakem i rázem* přibližují se hmotné částice těla k sobě, pročež *hutnosti* těla *přibývá* a tudíž *vnímavosti tepla* dle odst. 86. c) *ubývá*, čímž *část tepla* v tělesech obsaženého *se uvolňuje*.

V zápalkách (kapslích) střelných zbraní jsou tráskavé soli, kteréž nárazem kohoutku se zapalují. — Narážením kladiva na kov zahřívá se kov, ba mnohdy až se rozžhaví. — Střelná bavlna kladivem na kovadlině, silně udeřená, zapaluje se a tráská. — Při ražení zahřívají se peníze velmi silně. — Křesáním ocele o křemen odletují rozžhavené částičky oceli co jiskry, jichž druhdy užívalo se obecně k rozžehání ohně. Podobně vidáme jiskry, vznikající silným nárazem podkovy koňské na tvrdý kámen. — Stlačíme-li píst, na jehož dolním konci upevněn kousek zápalné hubky, do válce dolé uzavřeného, k jehož stěněm píst neprodyšně přiléhá, vzniká stlačením vzduchu ve válci horko tak značné, že hubka se zapaluje, pročež přístroje toho se užívalo co tak zvaného *pneumatického zapalovadla*. — Nárazem aneb stlačováním zahřívá se též kůže, papír, dřevo a j. v.

Zvětšením objemu a z něho plynoucím zmenšením hutnosti vzniká ochlazení.

Roztáhneme-li prudce tenkou proužku kaučukovou, ochladí se dosti značně. — Pára z párního kotle proudící jest v neveliké vzdálenosti od kotle již dosti chladná, poněvadž na vše strany se rozchází, značně se zředuje. — Proudí-li silně zhuštěný vzduch úzkým otvorem a dáme-li v určité vzdálenosti do proudu jeho trochu vody, zmrazne voda, ač teplota vzduchu pod nullu neklesla. — Podobně ochlazujeme horké pokrmy úsilným foukáním.

b) *Přilnavostí a pohlcováním* splozuje se značné teplo. Kapaliny i vzduch lnou ku pevným tělesům a bývají od nich pohlcovány a zhuštěny mnohdy v takové míře, že tělo teplem, které ze zhuštění vzniklo, se vznímá a hoří.

Pevná těla ústrojná, byvše vodou zmokřena, zahřívají se tak silně, že teplota jejich o několik stupňů se zvyšuje. — Dřevěné uhlí na prach rozmělněné pohlcuje a zhušťuje v sobě tolik kyslíku ze vzduchu, že mnohdy teplem ze zhuštění vznikajícím se zapaluje. — Olejem neb pokostem napuštěné a stlačené látky (jako: plátna, provazy a j.) vnímají při vysychání oleje tolik kyslíku, že mnohdy se zapalují, jakož stává se mnohdy ve skladištích takových látek. — Seno, sláma a hnůj, byly-li mokré na hromadu složeny, taktéž mnohdy se zapalují. — Působení rozžehadla Döberēnerova (viz obr. 47. na str. 65.) zakládá se v pohlcování a zhušťování se vzduchu v houbě platinové.

Třením vyvinuje se vždy mnoho tepla, a sice tím více, čím rychleji tělesa se trou.

Rumford dokázal jednoduchou zkouškou, že třením mnoho tepla se zplozuje. Otáčením kovového čepu v kovové pánvi a z něho vznikajícím třením spůsobil tolik tepla, že 20 lib. vody, která čep obklopovala, až k varu se zahřálo.

Pilníky, píly, nehozezy, čepy, nápravy, zavírky kol vozových a j. zahřívají se třením silně, což ze zkušenosti dostatečně známo. — Nápravy vozů potírají se kolomazí a čepy olejem, aby tření se umínilo a přílišné zahřátí jich se zamezilo. — Sirky vznímají se plamenem, když na drsné ploše se trou. — Dřivochové rozdělavají oheň třením suché dřevěné tyčinky v dílku, do druhého dřeva vyhlubeném. — Soustružníci dělají na pracích svých hnědé proužky, přitlačující špičaté dřevo na věc, která na soustružku rychle se otáčí. — Při broušení noží vzniká třením mnohdy tak veliké horko, že z ocele žhavé jiskry odletují. — Pod mlýnským kamenem bývá čerstvé semletá mouka teplá. — Trouce jednu ruku o druhou, zahříváme obě. — Třeme-li v chladném prostoru kus ledu jiným kusem ledu, zahřívá se led tak, že taje.

89. Chemické slučování hmot co zdroj tepla. Chemickým slučováním hmot zplozuje se mnohdy značné množství tepla, což lze vyložití tím, že slučováním mění se hustota a skupenství a tudíž i vnímavost tepla.

Nalijeme-li kyseliny sirkové do vody, zahřívá se směs dosti značně. — Nebahšené vápno vodou polité, velmi silně se zahřívá. — Smísíme-li dusičnou kyselinu dýmavou s kyselinou sirkovou a nalijeme-li směsi do stejného objemu silice terpentínové, zplozuje se tolik tepla, že směsina se zapaluje. — Dříve užívané sirky byly na konci chlórečnanem draselnatým povlečeny a rozžehaly se, byly-li koncem tím do kyseliny sirkové smočeny.

Hořentím a dýcháním, kteréž záležejí v chemickém slučování se kyslíku s látkou jinou, č. v *okysličování*, vzbuzuje se tak mnoho tepla, že oba tyto výkony za nejznačnější zdroj tepla nutno pokládati.

90. Hoření. Jeví-li se při slučování se kyslíku s některou jinou hmotou č. při *okysličování* značné světlo a teplo, nazývá se děj ten *hořením*.

1. K hoření jest nutně potřebí, aby měla hořící látka dostatek tepla, t. j. aby *zahřála se* do určité teploty, řídící se zvláštní povahou látky, č. aby *se zapálila*. Když látka hořeti již počíná, zplozuje se hořením samým obyčejně více tepla, než ho ku dalšímu hoření potřebí.

Dřevo, jež má hořeti, musíme dříve zapáliti, t. j. v plameni až do určité k hoření potřebné teploty zahřáti. — Podobně vznímají se plamenem síra, kostík a jiné látky, když byly dostatečně zahřáty č. zapáleny.

Kostík se zapaluje při teplotě 37-5°C, síra při 294°, vodík při 300°C atd.

Některé látky vznímají se již za obyčejné teploty, tak že není potřebí jich zapalovati. Látky takové zovou se *pyrofor*y (ohněnoši) i náleží k nim ku př. *fosforovodík*, o kterém již na str. 74. bylo pověděno, že na vzduchu samovolně se zapaluje.

2. Kromě přiměřené teploty vyšší potřebí ku hoření, aby *hořlavina dotýkala se stále s dostatečným množstvím kyslíku a tudíž s obecným vzduchem*, z něhož kyslík k hoření potřebný si bere.

Čím rychleji a čím více vzduchu ku hořlavině se přivádí, tím více podporuje se hoření. Ku dokonalému hoření potřebí též, aby plyny hořením zplozené volně odcházeti mohly.

Foukající ústy aneb měchem vzduch úsilně do plamene, urychlujeme hoření dříví a uhlí. — Komíny pomáhají odcházení plynův hořením vznikajících a působují silně proudění vzduchu, čímž ku hořlavině ustavičně čerstvý, kyslík obsahující vzduch se přivádí. — Podobně slouží skleněné komínky u lamp, neboť dává lampa, jak ze zkušenosti známo, pod komínkem plamen mnohem jasnější, poněvadž jest hoření dokonalejší. — Argandské svíčky a lampy mají duté knoty, aby měl vzduch i do vnitř plamene volný přístup. — Rošty (železné mřížky) v našich kamnech napomáhají hoření, propouštějíce vzduch z dole do vnitř plamene

3. Hmoty, které horkem *prchají*, jako na př. *síra, kostík, draslík a plyn*z, hoří plamenem, hmoty *neprchavé* toliko řevají.

Podlé toho, užíváme-li při obyčejném hoření *světla* aneb *tepla*, mluvíme o *svícení* aneb o *topení*.

4. *Světlo*, jehož obyčejná svítiva nase poskytují, spravuje se hlavně *řevavěním* částíček uhlíku v plameni se vznášejících.

Plamen svíčky jest tím jasnější, čím více v něm žhavých částíček uhlíku. Plamen lihový dává slabé světlo, poněvadž v něm málo uhlíku.

V plameni svíčkovém neb olejovém možno rozeznati zřejmé části následující: 1. u vnitř tmavý kužel *aa'* (obr. 70.), jehož základna jest přímo nade knotem; 2. část bledě modrou dole při knotu a kolem něho; 3. část bílou *fg*, která skvělé světlo dává, kužel *aa'* obklopuje a nad ním do konce plamene vybíhá; 4. nejkrasnější obal *bed*, který málo světla dává, ale nejpálčivější část plamene skládá.

Obr. 70



Svítilivo teplem roztopené postupuje plamenem do výšky a rozkládá se u vnitř v tmavé části plamene *a*, čímž vylučuje se uhlík, který do běla se rozpaluje a nejjasnější část plamene *fg* utvoří v krajném obalu *bc* se spaluje. Poněvadž v krajném obalu *bc* látky okysličitelné, k nimž má vzduch volný přístup, velmi rychle se okysličují, zove se obal ten plamenem *kysličivým* (oxydačním); ve světlé části plamene odnímá žhavý uhlík kyslíčkům kyslík a *odkysličuje* je, pročež světlá část plamene *plamenem odkysličivým* se jmenuje.

5. Množství *tepla*, hořením se vyvinující, stanoví se spalováním těla pod nálevkovitým příklopem, z něhož vystupují žhavé plyny a páry hořením zplazené do hadovité zohybané trubice, obklopené vodou, která se zahřívá a z jejíž teploty teplo hořením vzniklé vypočítsti možno. Zkouškami takovými shledáno, že spálením 1 lib. následujících druhů paliva zahřívá se připojený počet liber vody z 0°C. na 100°C.:

rašeliny	15—30 lib.	uhlí z rašeliny	63 lib.	loje	80 lib.
dříví	29—36 „	svitiplynu	64 „	oleje řepkového . .	93 „
líhu	60—67 „	koků	66 „	„ dřevěného	112 „
uhlí kamenného	60—78 „	uhlí dřevěného	73 „	vodíku	230—236 „

Chceme-li topením značného tepla docíliti, potřebí netoliko výhřevného paliva, nýbrž i aby bylo palivo dokonale suché, neboť vězí-li v palivu voda, vypařuje se a s parami uchází valná část tepla od nich poutaného, aniž by nám prospěla. Aby palivo dokonale hořelo a co nejvíce tepla zplozovalo, musí míti vzduch k němu přístup a dým musí míti volný odchod. Přítok vzduchu do plamene a odtékání plynů a par hořením zplazených spravuje se prouděním vzduchu v komíně a úpravou kamen.

Zvláště výhodná jsou kamna od *Kodyna* upravená (tak zvané *Kodymky*), kteráž mají rošt se stran ohrazený, tak že palivo leží pouze nad rostem, nemohouc na strany se rozkutáleti, čímž jest veškeré palivo vzduchu z dola rostem proudícím ostaveno; rošt jest od plotny tak vzdálen, že špička plamene, t. j. jeho nejteplejší část plotny se dotýká, a kouř vede se dříve, než do komína vchází, do spodu kamen, čímž stává se, že kamna i od spodu hřejí a vzduch ve světnici lépe se čistí.

91. Hašení ohně. Podmínky ku hašení ohně jsou přímo *opáčné* podmínek *trvání* ohně. Oheň hasne totiž, když hořící hmotu ochladíme pod onu teplotu, které ku hoření potřebuje, aneb když vzduchu a tudíž i kyslíku, ku hoření nutně potřebnému, přístup k ohni zamezíme, aneb když obklopíme oheň plyny, které hoření nepodněcují, ku př. kyselinou uhličitou neb siřičitou.

1. Nalijeme-li *dosti vody* do ohně, *zhasne tento*, neboť ochlazuje se hořlavina chladnější vodou, kteráž vypařující se úsilně a utajující mnoho tepla, odnímá je hořlavině, čímž tato ještě značněji se ochlazuje. Poněvadž voda hořící látky obklopuje a je pokrývá, zabraňuje spolu přístup kyslíku ze vzduchu a tudíž i hoření.

2. Nalijeme-li jen *málo vody* do silného plamene, nehasne tento, nýbrž *hoří tím úsilněji*, neboť rozkládá se voda na hořících látkách v kyslík, který hoření podněcuje, a vodík, který sám hoří. — Uhlí kropí se vodou, aby lépe hořelo.

3. Hořících *masnot* jako: másla, oleje a j. nemůžeme vodou uhasiti, neboť padá voda do nich nalitá, jsouc *hutnější*, rychle dolů, tak že masnota na vrchu se vzduchem stýká se nepřestává; žhavou masnotou zplozují se pak z vody páry, kteréž značnou rozpínavostí svou hořící masnotu na vše strany rozmetávají, čímž mnohdy záhubný požár vzniká, jakož, bohužel, často při převáření másla se stává.

Nejsnáze uhasíme hořící masnoty ano i *jiné látky*, posypeme-li je hustě popelem, pískem, prstí aneb jakoukoliv jinou látkou (třeba i řezankou), která vzduchu přístup zamezuje.

4. Hořící *saze* v komíně uhasí se nejsnáze, začpeme-li neprodyšně hořejší otvor, komína (mokrou houní) tak, aby proudění vzduchu v komíně a tím i přitékání vzduchu k sazím se překazilo. Spálením dostatečného množství síry pod komínem hasí se taktéž saze, ješto hořící síra vzduchu kyslík odnímá a zplozená kyselina, siřičitá hoření sazí zabraňuje. Mnohdy postačí, když v komíně z ručnice, vystřelíme, neboť výstřelem se otrěse komín a saze spadnou dola na ohniště, kdež nebezpečím nehrozí.

5. *Ve sklepích, skladištích* zboží, v *báních* a ve všech uzavřených a nepřístupných místnostech uhasí se oheň, když veškeré otvory (okna dvéře atd.), kterými vzduch k ohni přistupovati může, jakýmikoliv látkami neprodyšně se upcou.

6. Obklopíme-li plamen *hustou sítí* drátěnou, odnímá síť co dobrý teplovodič plamenu tolik tepla že za sítí hořlavé plyny zapáliti se nemohou. Na tom základě upraven pro horníky *Davy-ho bezpečný kahan* (obr. 62. na str. 92.)

7. Přisadí-li se tak mnoho kyseliny uhličitě do ohně, že jej může obklopiti, dá se takto i značný oheň uhasiti. V době novější konány v této příčině mnohé zkoušky s výsledkem uspokojivým.

92. Výkony životní co zdroj tepla. Dýcháním zplozuje se teplo jako hořením, neboť jest dýchání zvláštní způsob hoření.

V *potravě* (srovnej odst. 66.) přijímá tělo naše hlavně *uhlík* a *vodík*, kteréž plyny s kyslíkem vzduchu, jež vdýchujeme, spalují se na *kyselinu uhličitou*, a *vodní páry*, jež dýcháním a výparem z těla odcházejí. Tak vyvinuje se v těle našem, jakož i v těle zvířat, teplo, jako by uhlík a vodík u vnitř v těle byly shorely.

Aby zachovala se v těle vždy teplota příslušná a zdraví přiměřená, nutno potravou uhlík a vodík nahražovati tou měrou, kterou byly stráveny.

V zimě jíme více než v létě, po rychlejším pohybu, zvláště na čerstvém vzduchu a po namáhavé práci potřebujeme více potravy; ve studeném pásmu požívají lidé více masa, v horkém více potravy rostlinné. — V horké nemoci člověk mnohdy čtrnácte dní mimo nápoj ničeho nepožívá a přece má tělo větší teplotu než jindy, za to však stravuje se člověk tak, že velmi se seslabuje a po uzdravení dlouhého zotavení a hojné potravy potřebuje. — Zplozuje li se v těle příliš mnoho tepla, ulevuje si tělo potem, který teplo utajuje a tělu odnímá.

Ponebím, stářím atd. mění se teplota krve člověka a zvířat teplokrevných jen nepatrně. Zdravé tělo lidské má teplotu 37°C., v nejprudší horečce stoupá teplota nejvýše do 40—42°C. — Ptáci mají teplotu 32,2—43,9°C., ssavci 37,8—39,7°C., obojživelníci 28,9—32,2°C., ryby 25—25,5°C., hmyzi 25°C.

0 maguonossil

(1) maguonossil

83. Maguonossil. Jméno znamená, že je to kombinace živin a vitamínů a v určitém množství (P. O. T. O.) se nazývá přímou živinou a tím je to jako živina samotná. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů. Jméno maguonossil je vlastně jen jméno pro kombinaci živin a vitamínů. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů. Jméno maguonossil je vlastně jen jméno pro kombinaci živin a vitamínů. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů.

V tomto případě bylo určeno, že maguonossil obsahuje vitamíny B1, B2, B6, B12, C, E, K a vitamín P. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů.

84. Maguonossil. Jméno znamená, že je to kombinace živin a vitamínů a v určitém množství (P. O. T. O.) se nazývá přímou živinou a tím je to jako živina samotná. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů. Jméno maguonossil je vlastně jen jméno pro kombinaci živin a vitamínů. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů.

85. Maguonossil. Jméno znamená, že je to kombinace živin a vitamínů a v určitém množství (P. O. T. O.) se nazývá přímou živinou a tím je to jako živina samotná. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů. Jméno maguonossil je vlastně jen jméno pro kombinaci živin a vitamínů. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů.

86. Maguonossil. Jméno znamená, že je to kombinace živin a vitamínů a v určitém množství (P. O. T. O.) se nazývá přímou živinou a tím je to jako živina samotná. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů. Jméno maguonossil je vlastně jen jméno pro kombinaci živin a vitamínů. Jméno maguonossil má původ v slovech maguon a ossil a znamená v latině se dobývá, tedy maguonossil je kombinací živin a vitamínů.

7. Kruh je vlnitý a jeho poloměry jsou rovny 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Poslední částí této knihy je seznam všech magnetických těles, které jsou v současnosti známy. Seznam je uspořádán podle síly magnetického pole, které tělesa vytvářejí. Seznam je doplněn i o údaje o teplotě, při které tělesa přestávají být magnetická.

Oddíl šestý.

0 magnetičnosti.

a) Magnetické výjevy

93. Magnety. Ruda železná, která v nerostopisu železovec osmistěnný a v lučbě kysličník železnato-železitý (FeO , Fe_2O_3) se nazývá, přitahuje železo a drží je u sebe jistou silou. Staří Řekové nazývali rudu tuto *magnetēs*, poněvadž u města *Magnesie* v Lydii se dobývala; nyní nazýváme ji *magnetit* č. *magnetovec*, odkudž i výše vytknutá vlastnost její jakož i souhrn výjevů v té vlastnosti se zakládajících *magnetičnost* se jmenuje.

Tělesa, kteráž přitahují a drží u sebe železo, zovou se *magnety*. Rozeznáváme pak magnety *samorodé*, které jsou magnetičností již od přírody obdařeny a *magnety strojené*, které z ocele připravujeme.

V novější době bylo seznáno, že magnet přitahuje netoliko železo, nýbrž i nikl, kobalt, chróm, mangan, platinu a několik jiných prvkův, pročež prvky tyto nazývají se magnetickými.

Čínané užívali již 1000 let před Kristem magnetičnosti k účelům rozmanitým. — Ve středověku vypravovaly se vymyšlené pověsti o skalách magnetických, jež přitahovaly k sobě a vytahovaly hřeby železné z lodí, kteréž pak se rozpadávaly. — O rakvi Mohamedově bájilo se, že vznáší se v Mekce mezi dvěma magnety ve výši mezi nebem a zemí.

94. Magnetické výjevy. 1. Dotýká-li se železo magnetu, přitahuje a drží je magnet jistou silou, tak že jen zase silou možno železo od magnetu oddělit.

Zastrčíme-li magnetickou tyč do směsi pilin železných a měděných, zachytí se pouze železné piliny na magnetu, i možno tudíž magnetem piliny železné z jiných vylučovati. — V továrnách, ve kterých jehly a jiné ocelové a železné předměty se hotoví, poletuje ve vzduchu železný prášek velmi jemný, který se vzduchem do plic vniká a tam zhubně působí. Utenci radili dělníkům v továrnách takových, aby opatřili ústa a nos síčkami magnetickými, by takto vzduch, ponechávaje v síčkách železný prášek od nich přitahovaný,

jaksi se procezoval. — Magnetickým kladivem zatloukají se pohodlně malé hřebíčky. — Magnetickou tyčinkou vytahujeme snadně ocelová péra z kalamáře.

2. Magnet přitahuje a drží železo již v jisté vzdálenosti; přitažlivost magnetické *ubývá* pak v poměru ku vzdálenosti *čtverrečné*, t. j. ve vzdálenosti 2, 3-, 4krátě větší jest přitažlivost 4-, 9-, 16krátě čili 2²-, 3²-, 4²krátě menší.

Zblízka-li magnetu kuličku železnou, na niti zavěšenou, pohybuje se kulička v oblouku ku magnetu. — Jehla na stůl položená vyskočí a přichytí se magnetu, který s hora k ní dostatečně přiblížíme. — Upadne-li jehla na zemi, nalezneme a zdvihneme ji nejsnáze pomocí magnetické tyče. — Lékaři užívají magnetu ku vytahování železných pilin, jež dělníkům v továrnách na zboží železné někdy do oka se zarývají.

3. Magnet přitahuje a drží železo i tehdaž, když mezi ním a železem jsou látky nemagnetické, jako: papír, dřevo, sklo, měď, voda a j.

Pokryjeme-li magnet papírem, přitahuje železné piliny, jakoby papírů mezi ním a pilinami nebylo. — Jablko, do kterého kousek železa zastrčeno, pobíhá zdánlivě samovolně na stole, když pod deskou stolu silný magnet sem tam pohybuje.

4. Magnetická tyč přitahuje železo na rozličných místech silou rozličnou. Největší přitažlivost má tyč nedaleko konců, odtud pak ku prostředku síly *ubývá*, tak že u prostřed tyče možno si mysliti čáru *mm'* (obr. 71.), na které magnet železa nepřitahuje. Čára tato se jmenuje *středovou*; body, ve kterých jeví se magnetická přitažlivost největší, slovou *magnetické póly*, a přímka, která oba póly spojuje, nazývá se *magnetickou osou*.

Obr. 71.



Položíme-li magnetickou tyč do železných pilin, přilnou v největším množství k oběma koncům jejím (obr. 71.), kdež jedna na druhou se nachytají, skládajíce skupiny, podobné husté srsti ježaté. Od konců ku středu pilin *ubývá* a na středové čáře *mm'* není pilin zcela žádných.

5. Magnetická tyč, tak podepřená aneb zavěšená, *aby mohla kolem kolmé osy v rovině vodorovně snadně se otáčeti*, směřuje vždy, jsouc sama sobě ostavena, *týmž jedním koncem k severu a druhým k jihu*, i vrací se vždy do této polohy, byla-li z ní vyšinuta.

Konec tyče k severu obrácený jmenuje se *pólem severním* a druhý konec k jihu, směřující nazývá se *pólem jižním*.

Má-li magnetická tyčinka tvar kosočtverečný a je-li u prostřed v *c* (obr. 72.) opatřena kloboučkem, kterým na špičatou osu volně se zavěšuje, nazývá se *magnetka* (*magnetická jehla*, *dralka*, *střelka*).

6. *Stejnomené póly* magnetické (severní a severní aneb jižní a jižní) *odpuzují se*, *nestejnomené póly* (severní a jižní) *přitahují se* vespolek.

Z odpuzování se pólů nestejnomených možno seznati, je-li nějaké tělo magnetem a kterak jsou konce jeho zmagnetovány. Železo bývá od magnetu na obou pólech stejnou silou přitahováno, nemá tudíž magnetických pólů a není magnetem. Přitahuje-li však jeden pól magnetu jeden konec nějaké tyče a odpuzuje-li tentýž pól druhý konec její, jest tyč magnetem a má pól jižní na konci od severního pólu přitahovaném. V přitažlivosti pólů nestejnomených a odpudivosti pólů stejnojmenných zakládá se úprava některých hraček magnetických. Obecně známy jsou ku př. rybičky a husičky z tenkého plechu zhotovené, duté a lehké, tak že ve vodě plovou. Bývá v nich kratičký drát magnetický. Přiblížíme-li se k nim delší tyčinkou magnetickou, přitahuje jeden konec její rybičku, (vlastně nestejnomený pól magnetu v ní většího) druhý pak ji (vlastně stejnojmenný pól magnetu) odpuzuje. — Tak mají i kejkliři upravené přístroje s ručičkou, která, otáčevši se nějakou dobu, na jistém čísle neb na jistém písmeni se zastavuje, poněvadž pbsouvnul tam kejkliř nepozorovaně magnet za číselníkem ukrytý, jehož póly s póly ručičky vespolek se přitahují.

7. Dotýká-li se tyčinka z měkkého železa pólu magnetu, jest sama magnetem, tak že přitahuje tyčinku druhou, druhá třetí, třetí čtvrtou atd. Na koncích tyčinek k pólu obrácených jsou póly s pólem magnetu nestejnomené, na koncích od pólu odvrácených jsou póly s pólem magnetu stejnojmenné. Čím silnější jest magnet, tím více tyčinek možno takto v souvislý řetěz spojit.

Obr. 7z.



Vousaté skupiny železných pilin a tyčích magnetických vznikají tím, že pilina, dotýkající se magnetu, sama se zmagnetuje a druhou přitahuje, ta pak jako magnet drží třetí atd. — Magnetické řetězky skládají se z několika vespolek se dotýkajících kroužkův, z nichž první ku magnetu se přiloží.

Je-li magnet velmi silný, není ani potřebí, aby první tyčinka jeho se dotýkala, stává se magnetickou již pouhým zblížením se ku magnetu.

Přiblížíme-li se dvěma železnými tyčinkami na niti zavěšenými nad pól magnetu, budou póly zblížené konce zmagnetovaných tyčinek vespolek se odpuzovati, majíce póly stejnojmenné vespolek, ale s pólem ovšem stejnojmenné.

8. Železo pozbývá magnetičnosti ihned, jakmile od magnetu se vzdálí, ocel podržuje však magnetičnost po delší dobu i pak ještě, když od magnetu se vzdálí. Byla-li ocelová aneb železná tyč zmagnetována dotýkáním se pólu magnetu aneb zblížením se k němu, říkáme, že byla zmagnetována rozkladem aneb návodem.

Potíráme-li ocelovou tyč magnetem samorodým aneb strojním v určitém směru a po jistou dobu, nabývá tyč magnetičnosti trvalé a zůstává povždy magnetem.

Ocelová tyč nabývá trvalé magnetičnosti, když na jeden konec její kladivem se tlouče, aneb když tyč se kroutí, stlačuje aneb piluje, aneb když silně zahřáta náhle se ochlazuje.

Ocelové nástroje často užívané, jako pilničky, nebozezy, průbojnky a j. bývají magnetické.

9. Magnet nepozbývá magnetičnosti, když jím ocel potíráme a magnetujeme, tak že jediným magnetem možno nesčíslný počet ocelových tyčí zmagnetovati, aniž by mu síly magnetické ubylo.

10. Přelomíme-li magnetickou tyč ve *více kusův*, objeví se každý kus co dokonalý magnet, mající oba póly, severní i jižní. Severní pól každého kusu jest v tom konci, který byl severnímu pólu přelomené tyče blíže, jižní pól každého kusu jest pak v konci, který byl blíže jižnímu pólu tyče.

Složíme-li všechny kusy opět v jedinou tyč dohromady, má tyč opět pouze jeden pól severní a jeden pól jižní jako dříve, pokud byla celou.

Nejmenší části magnetu musíme tudíž pokládati za malé magnetky č. magnetické prvky, jichž stejnojmenné póly v tutéž stranu směřují. Přitaživost magnetu jest tudíž výsledek přitaživých sil všech jednotlivých prvkův.

95. Původ magnetičnosti. Magnet nepozbývá magnetování ocele ničeho ze své magnetičnosti i nelze tudíž pokládati magnetinu za látku, která z jedné hmoty do druhé přechází. Zmagnetování nepřibývá oceli váhy i jest tudíž magnetina nevažitelnou. Poněvadž i v nejmenším kousku magnetu nalezáme oba póly, severní i jižní, nutno souditi, že v tělesích magnetických každá molekula má magnetinu severní i jižní.

Pokud jsou molekuly nepravidelně rozloženy, nejeví tělo magnetičnosti žádné, neboť magnetiny nestejnojmenné ruší se vzájemně ve svých účincích; seřadí-li se molekuly tak, aby stejnojmenné magnetiny v tutéž stranu směřovaly, jest tělo magnetem. *Magnetování záleží tudíž v tom, že molekuly z nepravidelné polohy své se vyřadí a tak se seřadí, aby stejnojmenné magnetiny v tutéž stranu obráceny byly, jakož znázorněno obr. 73., kdež značí bílé čtverečky, vesměs v tutéž stranu obrácené, magnetinu severní a černé čtverečky magnetinu jižní.*

Obr. 73.



Přitahování železa magnetem vykládá se tím, že stává se železo příslušným seřaděním molekul nejprve magnetem, jež pak magnet přitahuje. *Vlastně přitahují se tedy jen magnety vespolek.*

Železo zmagnetuje se snadně, ale taktéž snadně magnetičnosti pozbývá; ocel těžce magnetičnosti nabývá ale na vždy ji podržuje.

Soudíme tudíž, že jistá síla držívá, proměně stavu magnetického odporující, železo a ocel vždy v témž magnetickém stavu udržovati se snaží; síla tato jest v železe nepatrná, v oceli veliká.

b) *Hotovení strojených magnetů.*

96. Tah jednoduchý. Ocelová tyč, kterou chceme zmagnetovati, může se natíratí magnetem tak, že vodíme pouze *jeden* pól magnetu na tyči vždy týmž směrem. Natírání toto zve se *tahem jednoduchým*, jehož rozeznáváme dvojí způsob, a sice:

1. Ocelová tyč položí se vodorovně a na jeden konec její postavíme *kolmo* magnet, který na tyč poněkud přitlačíme a ke druhému konci tyče vedeme, kdež pak s tyče jej sejmem, načež tah vícekrát zcela stejně opakujeme, vracejíce se od konce, na kterém tření přestává, obloukem ve vzduchu vždy opět s týmž pólem magnetu k témuž konci tyče, na kterém tření započalo.

Zmagnetovaná tyč má na konci, na kterém třetí se počala, pól stejnojmenný s tím pólem magnetu, kterým se třela, druhý pól jest na konci druhém.

2. Pól magnetu postavíme do středu tyče ocelové a vodíme magnetickou tyč v úhlu $25-30^\circ$ skloněnou vždy ode středu ku témuž konci tyče ocelové, vracejíce se vždy obloukem ve vzduchu od konce tyče do středu jejího. Druhá polovice tyče potírá se týmž způsobem druhým pólem magnetu. — Máme-li *dvě* tyče *stejně silně* magnetické, můžeme zmagnetovati ocelovou tyč v době kratší, když, vzavše do každé ruky jeden magnet, postavíme oba, v úhlu $25-30^\circ$ ku koncům tyče skloněné, *nestejnojmennými* póly do středu tyče a potíráme způsobem právě vytknutým *současně* jednu polovici tyče pólem jedním a druhou polovici pólem druhým.

Zmagnetovaná tyč má severní pól v konci, který se potíral pólem jižním; v konci, jež jsme potírali pólem severním, má tyč pól jižní.

Magnetické síly přibývá třené tyči tím více, čím déle se tře, až tyč konečně tak silně se zmagnetovala, jak vůbec možno, kdež pak dalším potíráním větší síly již nedocílíme. Magnetická síla, kterou třená tyč *navždy podržuje*, spravuje se hlavně *bránivou silou* tyče.

97. Tah dvojnásobný. Pohybují-li se *oba póly* magnetu *současně k témuž konci* ocelové tyče, zve se tento způsob potírání *tahem dvojnásobným*.

Při tahu dvojnásobném staví se *nestejnojmenné póly* *J a S* (obr. 74.) *dvou stejně silných* magnetů, v úhlu $12-25^\circ$ ku koncům tyče skloněných, do prostřed tyče ocelové, vodorovně položené, a vodí se, zůstávajíce špalíčkem dřevěným c $2-3'''$ od sebe vzdáleny, nejprve ode středu ku konci *B*, odtud nazpět ku konci *A*, z *A* opět k *B* atd., což vícekrát se opakuje, až konečně, když obě polovice tyče *rovněkráté* byly přetaženy, *ve středu* se přestane. Na místě dvou magnetů možno užítí magnetu jediného, v podkovu tak ohnutého, aby póly jeho blízko sebe se nalézaly.

Zmagnetovaná tyč má na konci *A* pól severní s a na konci *B* pól jižní *j*.

Složíme-li čtyry tyče v čtverhran dohromady a vodíme-li počinajice v středu jedné z nich, oba magnety jako při tahu dvojnásobném, několikrátě kolem po všech tyčích, zove se tento způsob potírání tahem okrouhlým.

Obr. 74.

98. Magnetování tyčí podkovitě ohnutých. Aby oba póly magnetu mohly společně železo přitahovati, dává se magnetům tvar podkovy. Ocelová tyč nejprvé v podkovu se ohne a pak teprv se zmagnetuje.



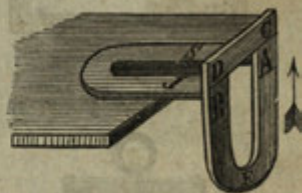
Ocelová podkova potírá se nejsnáze magnetem podkovovitým, i může se zmagnetovati dvojm způsobem.

a) Ocelová podkova AB (obr. 75.) přiloží se záhybem C na póly magnetické podkovy S a J a tře se vícekrátě *vždy od záhybu až ku koncům*. Na konci A , který byl potírán pólem severním S , jest pól jižní, na konci B pól severní.

Obr. 75.



Obr. 76.



b) Oba konce podkovy A a B (obr. 76.) přiloží se na oba póly magnetu S a J a spojí se železnou příčkou CD , tak zvanou *kotvou*, načež trou se od koncův až k záhybu E . Obloukem ve vzduchu se vracejíce, přikládáme vždy tytéž konce podkovy k týmž pólům magnetu a natíráme podkovu tak dlouho, až jest zmagnetována.

Každý konec podkovy má v tomto případě pól *stejnomený* s tím pólem, kterým byl potírán.

99. Sesilování a zeslabování magnetův. a) Železo ku magnetu přiložené netoliko zmagnetí, ale magnet sám sesiluje. Z té příčiny spojují se konce podkovových magnetů příčkou z měkkého železa, tak zvanou *kotvou*, kteráž, magnet sesilující a jej tak říka ozbrojujíc, také *zbrojí* magnetu slove.

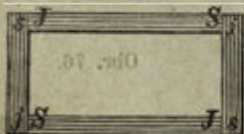
b) Magnety tyčkové kladou se nestejnomenými póly SJ a JS (obr. 77.) vedle sebe a opatřují se na obou koncích kotvami z měkkého železa, aby nestejnomené póly js a sJ v nich vzbu-

zující a přitahováním jich ustavičně zaměstnány jsou se sesilovaly.

c) Samorodé magnety ozbrojují se tím způsobem, že vyřeže se z nich podlouhlý špalíček, mající na jednom konci (v pravo) pól severní a na druhém konci (v levo) pól jižní (obr. 78.) Na oba tyto póly přiloží se železné pásky, ukončené dole v patky, ku kterým kotva se přikládá. Aby pásky lépe ku magnetu přiléhaly a jeho pevně se držely, jsou dole i nahoře mosaznými sponami vespolek spojeny a ku magnetu pevně přitlačeny.

d) Spojením několika magnetických tyčí aneb magnetických podkov ve svazek tím způsobem, aby póly *stejnomené* vespolek se dotýkaly, vzniká *soumagnetí* (magnetická batterie), jehož síla, ač není tak *veliká jako součet sil* magnetů takto v celek spojených, jest přece mnohem větší než síla každého magnetu jednotlivého.

Obr. 77.



Obr. 78.



Obr. 79.



Soumagnetí skládá se obyčejně z lichého počtu magnetů, z nichž nejdelší a nejsilnější dává se do prostřed. Soumagnetí tyčkové bývá na konci opatřeno společnou zbrojí železnou. Magnetické podkovy spojují se nahoře páskou měděnou neb mosaznou (obr. 79.), do které zasazen hák, kterým soumagnetí se zavěšuje. Ku prostřední nejdelší podkově přiléhá kotva *an*, opatřená ouškem, do kterého přivěšujeme závaží, kterým magnet sesilujeme.

e) Magnetu přibývá síly, když mu vždy po uplynutí jistého času poněmhu více a více železa, aneb na misku v oušku kotvy zavěšenou závaží přidáváme.

f) Násilným odtržením kotvy, otrásáním a proměnou teploty se slabuje se magnet. Nepřitahuje-li magnet kotvy, zeslabuje se ta k též. Zahřátím až do žáru pozbývá magnet své magnetičnosti úplně. Podobně pozbývá magnet úplně magnetičnosti své, když magnetuje se ve smyslu protivném způsobem jakýmkoliv.

Magnet nebudiž nikdy uložen na blízkou jiných magnetů a budiž chráněn též vlhka a rezavění.

c) Magnetičnost zemská.

100. Země co magnet. Magnetka *sj* (obr. 80.), která kolem vodorovné osy *ab*, zasazené v rámci mosazném, na nekroucené niti zavěšeném, zcela volně se otáčí, staví se, byvši zmagnetována, vždy tak, že severní pól její *s* vždy k severu směřuje a u nás vždy dolů skloněn bývá, tak že svírá magnetka s rovinou vodorovnou úhel, který *magnetický sklon* (magnetická inklinace) se nazývá.

Rovina kolmá, magnetkou *sj* (obr. 80.) v klidu se nalézající vedená tak, aby póly její obsahovala, nazývá se *poledníkem magnetickým* a svírá s poledníkem zeměpisným úhel, který se nazývá *magnetický odchyl* (magnetická deklinace).

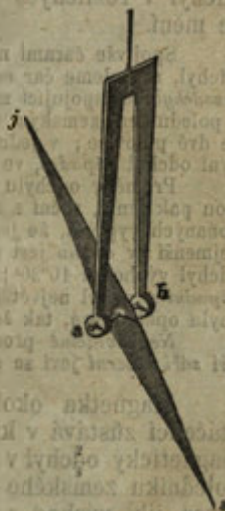
Magnetický sklon i odchyl jsou na rozličných místech země naší jakož i na témž místě za rozličných dob rozličné. *Sklon* obnášel v Praze v r. 1868 průměrně $65^{\circ} 25'$; *odchyl* jest u nás nyní *západní* a obnášel v Praze dne 24. listopadu 1871 v 10 hodin dopoledne $11^{\circ} 51\frac{1}{2}'$.

Vyšíneme-li magnetku *sj* (obr. 80.) z polohy, kterou v klidu zaujímá, vrací se, kolisavši nějakou dobu, zase do ní nazpět, z čehož patrně, že účinkem nějaké vnější síly v poloze výše vytknuté se udržuje. Síla tato jest *magnetická*, neboť zůstává magnetka, pokud není zmagnetována, v každé poloze v klidu. Z toho výjevu jakož i z toho, že sklon i odchyl jsou v rozličných místech na zemi rozličné, nutno souditi, že jest země naše velmi velikým magnetem.

Že jest země magnet, vyplývá i z toho, že železná neb ocelová tyč stává se v poloze s magnetickým sklonem toho místa rovnoběžně silným magnetem, majícím na konci dolů skloněným pól severní.

Udeříme-li na tyč, pokud v poloze této se nalézá, několikrát kladivem, zůstává magnetickou navždy, čímž možno vyložiti, že nástroje zámečnické a kovářské bývají téměř vždy magnetické. Taktéž jeví se mnohdy železné mříže

Obr. 80.



a zábradlí co magnety, jsou-li ve směru magnetického poledníku, i možno z tétož příčiny dle domněnky některých učencův vyložití také magnetičnost samorodých magnetů.

Poněvadž nestejnomené póly se přitahují a stejnojmenné se odpuzují, nutno souditi, že má země jakožto magnet na severu magnetický pól se severním pólem magnetky nestejnomený a na jihu magnetický pól se severním pólem magnetky stejnojmenný. Pól magnetky obrácený k severu měli bychom tedy vlastně (jak to činí učenci francouzští a angličtí) nazývati magnetickým pólem jižním aneb aspoň *pólem k severu obráceným*, nikoli však pólem severním.

101. Odchyl magnetický. — Kompas. Odchyl magnetický stanoví se zvláštními přístroji, jež se nazývají *odchyloměry* (deklinatorie). Podstatnou částí každého odchyloměru jest magnetka, která může volně se otáčeti v rovině vodorovné kolem kolmé osy, nalézající se ve středu kruhu přiměřeně rozděleného.

Pomocí odchyloměrů bylo shledáno, že jest magnetický odchyl v rozličných místech rozličný a že i v témž místě ustavičně se mění.

Spojivše čarami na mapě neb na zeměkouli veškerá místa, mající tentýž odchyl, nabudeme čar *rovnoodchylných* (isogonických), z nichž jedna jest *čarou bezodchylnou*, spojující místa, kde odchylu není, t. j. kde poledník magnetický s poledníkem zemským dohromady splývá. Čarou bezodchylnou dělí se země ve dvě polovice; v jedné z nich (v Evropě, Africe a východní Americe) jest nyní odchyl *západní*, ve druhé (v západní Americe a v Asii) jest odchyl *východní*.

Proměny odchylu jsou *pravidelné* a *nepravidelné*. *Pravidelné* proměny jsou pak denní, roční a stoleté. Z pozorování na hvězdárně Pražské od Kreila konaných vyplývá, že jest odchyl každodenně dvakrát největší a dvakrát nejmenší: v dubnu jest největší, v prosinci nejmenší. Roku 1580 byl v Paříži odchyl východní $10^{\circ}30'$; v roce 1663 byl tam odchyl nullou, od roku 1663 jest západní a nabyl největší hodnoty $22^{\circ}34'$ v roce 1814, od kteréhož roku odchylu opět ubývá, tak že stane se dle výpočtu asi v roce 1937 opět nullou.

Nepravidelné proměny způsobují bouře, zemětřesení a výbuchy sopek. Při záři severní jeví se *všude* proměny v odchylu.

Magnetka okolo kolmé osy v rovině vodorovné volně se otáčející zůstává v klidu pouze v poledníku magnetickém. Známe-li magnetický odchyl v některém místě, můžeme magnetkou též směr poledníku zemského toho místa a tudíž i hlavní směry zeměpisné: sever, jih, východ a západ stanoviti. Magnetka k tomu stanovení zvláště užívána zove se *kompas* a slouží zvláště plavcům, horníkům, cestovatelům, fysikům a hvězdářům i bývá dle rozličných účelů rozličně upravena. Aby bylo možno rozeznati póly magnetky, bývá polovice její, pól severní obsahující, obyčejně modře zkalena.

Kompas loční (obr. 81.) jest magnetka okolo kolmé osy volně se otáčející; na magnetku jest shora připevněn tenký slídový plátek, na který přilepen papír s nákresem tak zvané *rúže větrné* s 32 směry zeměpisnými. Poněvadž s magnetkou též větrná rúže se otáčí a tudíž koncem, který co severní pól zeměpisný zvláště bývá označen, vždy k severu okazuje, možno plavcům, kteří však znáti musí odchyl toho kterého místa, kompasem

stanoviti směr, kterým loď plouti musí, aby žádaného cíle cesty dosáhla. Poněvadž loď vlnobitím sem tam bývá zmítána, zavěšuje se loďní kompas do dvou soustředných kruhů, z nichž jeden otáčí se kolem osy rovnoběžné s délkou a druhý kolem osy rovnoběžné se šířkou lodi, tak že kompas, dole obtěžkaný, při jakémkoliv poloze lodi vždy zachovává polohu takovou, aby osa, na které magnetka zavěšena jest, vždy kolmo stála.

Kompas hornický jest kruh ve 24 dílů rozdělený, v jehož středu zasazena jest kolmá osa, na kterou magnetka se zavěšuje.

Číhanům znám byl kompas od pradávných dob; v Evropě znám teprv od r. 1181. *Marco Polo* užil ho nejprvé při plavbě r. 1260.

102. Sklon magnetický.

Sklon magnetický měří se *sklonoměry* (inklinatoriemi), jichž podstatnou částí jest magnetka (obr. 82.), pohybující se kolem osy vodorovné, která se nalézá v středu kruhu kolmého, v magnetickém poledníku toho místa postaveného.

Kolmý kruh otáčí se tak dlouho, až magnetka kolmo se postaví, otočíme-li pak kruh ten na kruhu vodorovném v úhlu 90° , jest osa magnetky kolmo na poledníku magnetickém a magnetka tudíž v rovině magnetického poledníku.

Pomocí sklonoměru seznáno, že jest magnetický sklon na rozličných místech rozličný a že i v týchž místech ustavičně se mění.

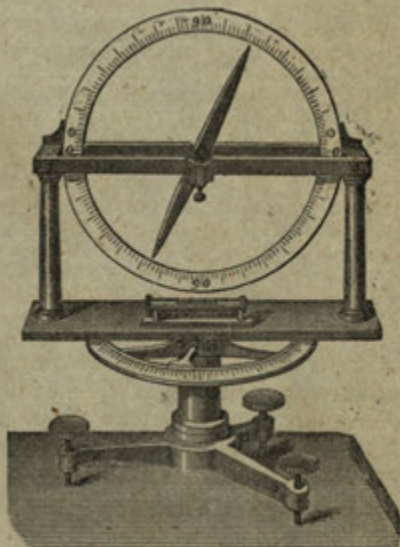
Čáry, jež spojují místa stejného sklonu, jmenují se *rovnosklonné* (isoklinické). Mezi čarami těmi jest jedna, která spojuje místa, v nichž žádného sklonu není. Čára tato slove *magnetickým rovníkem* a dělí zemi v polovici *severní*, ve které *severní pól* magnetky dolů se sklání, a v polovici *jižní*, ve které *jižní pól* dolů směřuje. Místa, ve kterých magnetka, nalézající se v poledníku magnetickém, kolmo se staví, jsou *magnetické póly zemské*. Severní pól nalezen od kapitána *Rossa* v severním moři blíže ostrova *Melvillského*; jižní pól nebyl posud objeven.

Proměny sklonu jsou *pravidelné* a *nepravidelné*. *Pravidelné* proměny jsou denní, roční a staleté. Z pozorování na Pražské hvězdárně od *Kreilla* konaných vyplývá, že denně jest sklon dvakrát největší a dvakrát nejmenší;

Obr. 81.



Obr. 82.



při střední teplotě na jaře bývá *největší* a při střední teplotě na podzim *nejmenší*. V Londýně dosáhl sklon největší hodnoty 74° v první čtvrti 18. století, od té doby sklon stále ubývá. Ku konci nynějšího století počne dle výpočtu sklonu opět přibývatí.

Nepřavidelné proměny sklonu jsou buď *místní* buď *všeobecné*.

103. Magnetka volná. Poněvadž magnetka pouze v poledníku magnetickém v klidu zůstává a byvši z něho vyšinuta, opět do něho se vrací, nebylo by možno užívati jí ku rozličným zkouškám fysikalným.

Spojíme-li však dvě magnetky rovné velikosti a síly tak, aby byly v jisté vzdálenosti nad sebou a aby *nestejnomenně* póly jejich byly v téměř směru obráceny, tož přitahuje a odpuzuje magnetičnost zemská každý konec spojených magnetek silou *stejnou*, tak že přitaživost i odpudivost bez účinku zůstává, pročež magnetka v každé poloze v klidu setrvá a tudíž *magnetkou volnou* (astatickou) se jmenuje.



Elektrický náboj...
Elektrický náboj...
Elektrický náboj...
Elektrický náboj...

Elektrický náboj...
Elektrický náboj...
Elektrický náboj...
Elektrický náboj...



Oddíl sedmý.

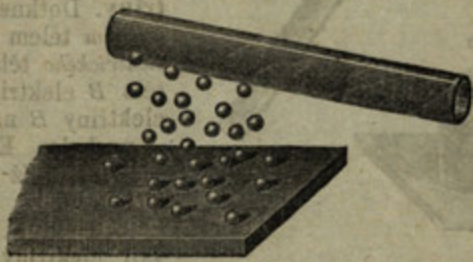
0 elektrině.

A. Elektrina buzená třením a rozkladem.

104. Elektrina. Třeme-li suchou skleněnou neb pryskyřicovou tyč po délce vlněnou neb hedbávnou tkaninou a sblížíme-li pak tyč kuličkám z bezové duše, ostřížkům papírovým aneb jiným *lehkým* předmětům, tož shledáme, že tyč tyto lehké předměty již s jistě vzdálenosti *přitahuje*, a když jí byly *se dotkly*, je opět *odpuzuje* (obr. 83).

Je-li tyč *silnější* a byla-li *déle* a *úsilněji* třena, jest slyšeti zvláštní *praskot*; sblížíme-li se tyči kotníkem prstu, přeskakují do

Obr. 83.



něho malé praskavé *jiskry*; při tření déle trvajícím vidíme *modravý svit*, který natěradlo sleduje, a cítíme zvláštní *zápach*; sblížíme-li tyč obličejí, přitahuje jemné chloupky na kůži, což vzbuzuje pocit, jako bychom v pavučině byli uvázli.

Výjevy právě vytknuté byly pozorovány nejprvé na jantaru, který řecky *elektron* (ἤλεκτρον) se zove, odkudž veškerá tělesa, na nichž tyto výjevy pozorujeme, *elektrickými* se nazývají; příčina výjevů těch jakož i stav, ve kterém tělesa se nalézají, pokud elektrická jsou, jmenuje se *elektrina* a vzbuzování elektriny v tělesích sluje *elektrování*.

Řecký mudrlec Thales, který žil před více než 2400 lety, znal již tu vlastnost jantaru, že třen lehké hmoty přitahuje, a řecké ženy pozorovaly ji při předení na cívkách jantarových aneb jantarem vykládaných. — Angličan Gilbert seznal pak asi v r. 1600, že netoliko jantar, nýbrž i mnohé jiné hmoty třením zelectrovati možno.

Přitažlivost a *odpudivost* jest základným úkazem a podstatným znakem elektriny, z něhož můžeme posouditi, zdaž tělo elektrickým jest, aneb není. Přístroj, jehož pomocí možno pozorovati, zdaž tělo elektrické jest, zove se *elektrojev* č. *elektroskop* a záleží v kuličce z bezové duše (aneb v balónku z tenkého papíru), zavěšené hebdávnou nití na skleněné, ohnuté a háčkem ukončené tyčince. Přitahuje-li nějaké tělo kuličku a odpuzuje-li ji, když byla jeho

Obr. 84.



se dotkla (obr. 84.), jest tělo elektrické, jinak jest neelektrické aneb tak slabě elektrické, že kuličku přitáhnouti nemůže.

Magnetičnost i elektrina jeví se přitahováním, magnet přitahuje však pouze železo a několik jiných látek a drží je pevně u sebe, tělo elektrické přitahuje však jakékoliv *lehké* látky a *odpuzuje* je od sebe, když ho byly se dotkly.

105. Sdílení elektriny. Dotkneme-li se elektrickým tělem *A* jiného neelektrického těla *B*, jeví se i tělo *B* elektrickým a kolik elektriny *B* nabylo, tolik jí *A* pozbylo. Elektrické tělo *sděluje* tudíž jinému tělu elektrinu.

Některá tělesa nabývají elektriny *velmi snadně*, dotkneme-li se jich tělem elektrickým jen v jediném místě, stávají se *velmi rychle* na celém svém povrchu elektrickými; dotkneme-li se jich prstem jen v jediném místě, pozbývají *velmi snadně a velmi rychle* na celém povrchu *veškeré* své elektriny. Poněvadž v tělesích takových každá částice všem částicím sousedním a tělo takové tělu jinému elektrinu *dobře sděluje*, nazýváme je *dobrymi sděleči* (*dobrymi vodiči*) elektriny. Tělesa, která nabývají elektriny jen v tom místě, kde jim se sděluje, a pozbývají elektriny jen v tom místě, kde jim se odnímá, rozvádějíce ji od částice ku částici jen velmi zvolna, aneb nerozvádějíce jí naprosto, jmenují se *špatní sděleči* (*špatní vodiči*) elektriny.

Dobří sdleči elektřiny jsou: kovy, uhlí, vlhká bezová duše, korek, kapalin (vyjma oleje), vodní páry, vlhký vzduch, vlhké dříví, vlhký papír, země, tělo lidské i zvířecí a j. v. — *Špatní sdleči* elektřiny jsou: sklo, hedbávi, síra, pryskyřice, slonovina (pokud jsou tělesa tato suchá); taktéž: suchý vzduch, suché vlasy, suchý papír, suché dříví, oleje atd.

Chceme-li v dobrých sdlečích elektřinu po delší dobu udržeti, musíme je obklopiti špatnými sdleči, kteří jim elektřiny neodnímají. Takoví špatní sdleči, kteří k tomu slouží, aby ve sdlečích dobrých elektřina se udržela, slovou *drživci* (jinak samotiči č. izolatoři).

Zelektrovaná koule kovová v suchém vzduchu na suché skleněné tyči spočívající aneb na hedbávné niti zavěšená, podržuje elektřinu dosti dlouho a jmenuje se tudíž kulí *drživou*, sklo aneb hedbávi a suchý vzduch působí tu co *drživci*. Koule taková slouží obyčejně ku nahromadění č. jímání elektřiny a zove se *jmač* (svodič, conductor) elektřiny.

106. Kladná a záporná elektřina. Dotkneme-li se dvou papírových balónků (neb kuliček z bezové duše), které, jsouce na hedbávných nitích zavěšeny, v klidu vespolek se dotýkají, sklem vlnou třeným a sdělíme-li takto oběma elektřinu *sklovou*, tož vespolek se odpuzují, taktéž odpuzují se, sdělíme-li oběma týmž způsobem elektřinu tyčinky *pryskyřicové*, sukнем třeně.

Sdělíme-li však jednomu balónku elektřinu *sklovou* a druhému, opodál zavěšenému, elektřinu *pryskyřicovou*, tož *přitahují se* vespolek s jistě vzdáleností velmi rychle a dotknuvše se vespolek jeví se oba neelektrickými, měl-li jeden z nich tolik elektřiny sklové, kolik bylo ve druhém elektřiny pryskyřicové; má-li však jeden z nich elektřiny více než druhý, odpuzují se balónky po vespolečném dotknutí i mají oba elektřinu tu, které bylo v jednom z nich více.

Z výjevů těchto vyplývá, že tělesa, mající *elektřiny stejnorodé*, se odpuzují a tělesa *elektřiny různorodé* vespolek se *přitahují*, jakož i že *elektřiny různorodé* v témž množství v témž těle smíšené vespolek se ruší. Ze zkoušek v této příčině konaných pak vyplývá, že *přitažlivosti i odpudivosti elektrické* ubývá ve vzdálenosti čtverečně, t. j. že ve vzdálenosti 2, 3, 4, ... nkrátě větší jest přitažlivost 4, 9, 16, ... n^2 krátě menší.

Poněvadž elektřiny sklové a pryskyřicové ve stejném množství vespolek se ruší, nazývá se elektřina skla vlnou neb hedbávním třeného *kladnou* a značí se $+E$; elektřina pryskyřicová sluje *zápornou* a značí se $-E$.

Zelektrujeme-li tělo jakékoliv, shledáme, že má elektřinu buď *kladnou* buď *zápornou*, z čehož patrné, že *není více druhů elektřiny než kladná a záporná*.

Trou-li se dvě tělesa o sebe, nabývá vždy jedno z nich elektřiny *kladné* a druhé elektřiny *záporné*. Které z obou těles třením *kladně* a které *záporně* se zelektruje, nelze vytknouti všeobecně, neboť se to spravuje netoliko hmotou, nýbrž i povrchem těles.

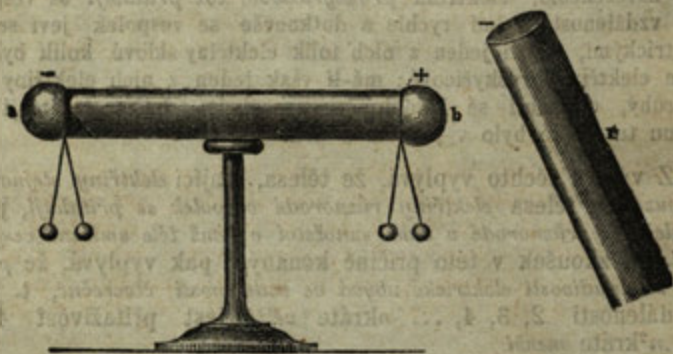
Leštěné sklo, hedbávím neb vlnou třené, zelektruje se kladně, hedbáví a vlna záporně; lišicím ocasem aneb kočičí srstí třené sklo jest záporně elektrické, taktéž zelektruje se záporně sklo drsného povrchu, hedbávím neb vlnou třené.

107. Elektrína vznikající rozkladem. Opatříme-li válec kovový *ab* (obr. 85.) na skleněném podstavci spočívající na obou zakulatělých koncích dvěma kuličkami z bezové duše, na tenkých drátčích aneb elektrínu dobře sdílejších nitích zavěšenými, tož budou kuličky v klidu vespolek se dotýkati.

a) Přiblížíme-li se pak k jednomu konci válce, ku př. ku konci *b* tělem silně záporně zelektrovaným *r*, odpuzují se kuličky na obou koncích, čehož příčinou, že nabyly elektríny *stejnorodé* a sice té, kterou má válec v místě, kde kuličky jsou zavěšeny.

Skoumajíce elektrínu kuliček, shledáváme, že má polovice válce *b*, k tělu záporně elektrickému obrácená, elektrínu kladnou a polovice *a* od těla odvrácená že má elektrínu zápornou. Obou elektrín ubývá však od koncův ku středu válce, tak že u prostřed jeví se válec neelektrickým, což patrné z toho, že kuličky čím dále od koncův a čím blíže ku středu byly zavěšeny, tím méně se odpuzují, u prostřed pak naprosto se neodpuzují.

Obr. 85.



Vzdálíme-li tělo *r* od válce, aniž bychom kde válce byli se dotkli, přestávají kuličky okamžitě odpuzovati se, z čehož patrné, že válec pozbyl veškeré elektríny.

Z obou předcházejících výjevů patrné, že tělo *r* válci *ab* elektríny nesdělilo, neboť by měl válec naskrze elektrínu zápornou a podržel by ji i pak, když tělo *r* od něho se vzdálilo.

b) Dotkneme-li se prstem válce *ab*, pokud mu tělo *r* na blízku, přejde do prstu elektrína a kuličky na konci *a* přestávají se odpuzovati, kdežto na konci *b* pak silněji se odpuzují. Dotknutím přechází do prstu pouze elektrína záporná, od *stejnorodé* záporné těla *r* odpuzovaná; elektrína kladná, na konci *b* nahroma-

děná, jest od *nestejnorodé* záporné těla r *přitahována* č. poutána, tak že ji s válce odvésti nelze.

Vzdálíme-li tělo r , když jsme válce dříve byli se dotkli, uvolní se poutaná elektřina kladná a rozloží se po celém povrchu válce, tak že kuličky na obou koncích odpuzují se pak elektřinou kladnou.

c) Je-li tělo r kladně elektrickým, objevují se na válci *ab* tytéž úkazy s tím toliko rozdílem, že kde byla dříve elektřina kladná, jest nyní záporná, a kde byla dříve záporná, jest nyní kladná.

d) Tělo r jakož i vůbec každé, jehož ku této zkoušce užijeme, nepozbývá zkouškou samou zcela žádné elektřiny.

Ze všech vytknutých výjevů vyplývá:

1. Elektřina kladná i záporná byly ve válci *ab* obsaženy již dříve, než jsme tělo r mu sblížili.

2. Válec jevil se v neelektrickém č. přirozeném stavu, protože kladná a záporná elektřina ($+E$ a $-E$) smíšený byly ve množství stejném, pročež přirozený stav znaménkem $\pm E$ naznačiti možno.

3. Přirozená elektřina $\pm E$ rozkládá se ve válci účinkem $-E$ těla r , které různorodou $+E$ přitahuje a stejnorodou $-E$ odpuzuje.

Bylo-li tělo nějaké tak jako válec *ab* zelektrováno, říkáme, že bylo zelektrováno *rozkladem* (poněvadž v něm dříve $+E$ se rozložiti musí).

Že elektrické tělo lehké a snadně pohyblivé hmoty (ku př. papírový balónek) přitahuje a když ho byly se dotkly, je od sebe odpuzuje, lze vyložiti tím, že elektřina těla rozkládá v balónku elektřin $+E$ a pak nestejnorodou, která mu *blíže*, silou *větší* přitahuje, než odpuzuje stejnorodou, vzdálenější. Když pak balónek těla byl se dotknul, smísí a zraší se elektřiny nestejnorodé a zůstává tudíž v balónku elektřina s elektřinou těla stejnorodá, pročež po dotknutí následuje odpuzování. Elektrování dvou těles třením jich o sebe záleží v tom, že v obou $+E$ se rozkládá a v jednom $+E$, ve druhém pak $-E$ se nahromaduje.

Tělo rozkladem zelektrované a železná tyč magnetu zblížená a takto zmagnetovaná jsou si ve mnohém podobny, ale v jiném značné od sebe se liší. V čem jeví se podobnosť a jaký mezi nimi rozdíl?

Elektrické tělo může v jiných tělesích elektřinu pouze v jisté vzdálenosti rozkládati. Prostor, ve kterém tělo v jiných rozkladem elektřinu zplozuje, jmenuje se *elektrickou atmosférou* č. *oborem* elektrického působení toho těla.

108. Kde a jak se osazuje elektřina? Zelektrováme-li kovovou kouli k (obr. 86), pokryjeme-li ji pak dvěma dutými polokoulemi h h , těsně k ní přiléhajícími, a vzdálíme-li polokoule h h (uchopivše *skleněné* sloupky i i) od koule k , jest pak neelektrickou. Zelektrováme-li

polokoule, když ke kouli *k* přiléhají, nejeví koule *k* taktéž nížádné elektřiny, ač polokoule jí se dotýkají.

Z výjevu tohoto patrno, že elektřina *pouze na povrchu těles se osazuje.*

Na *větším* i *menším* povrchu dvou rozličných těles může býti stejné množství elektřiny nahromaděno; na povrchu *menším* musí pak býti *hustota* elektřiny *větší.*

Elektřina na povrchu těles nahromaděná snaží se do okolí svého odtékati a jeví snahu tuto jistým tlakem na tělesa, která povrch obklopují. Tlak tento jmenuje se *elektrickou napnutostí* a jest tím větší, čím větší jest hustota elektřiny.

Obr. 86.



Na povrchu koule jest hustota a tudíž i napnutost elektřiny na všech místech stejná. Ve válci na koncích zakulatělem jest však na koncích nejsilnější zakřivených hustota a tudíž i napnutost největší a u prostřed nejmenší. V rozích a špičkách, kdež jest povrch nejmenší, nahromaduje se vždy nejvíce elektřiny, tak že z nich uniká.

Jímači elektřiny mívají nejčastěji tvar koule a těla, jež mají jiným elektřinu odnímati, bývají opatřena špičkami.

109. Původ elektřiny. Za původ elektřiny pokládají učenci dvě jemné nevažitelné látky v tělesích obsažené, t. j. elektřinu *kladnou* a *zápornou*, jichž částice stejnorodé vespolek se odpuzují a různorodé vespolek se přitahují. Částice elektřiny kladné i záporné jsou pak od hmotných částecek těles přitahovány.

Má-li tělo obou elektřin stejně mnoho, jeví se neelektrickým; má-li však jedné z nich více aneb je-li v některém místě těla jedné z nich více nahromaděno, jeví tělo elektřinu tu, která převládá.

Jak se však zdá, jest příčinou elektrických výjevů kmitání (zvláštěn způsob pohybu), kterého posud nebylo možno vyložiti.

110. Elektrojev pozlátkový. Přístroj, jenž k tomu slouží abychom vyskoumali, zdaž jest tělo elektrické a jakou má elektřinu (zdaž *kladnou* či *zápornou*), zove se *elektrojev* č. *elektroskop.*

Elektrojev pozlátkový (obr. 87.), jehož k tomuto účeli obyčejně se užívá, záleží ve dvou úzkých proučkách pozlátku, na dolejší klínovitě připilovaném konci silného drátu přilepených; hořejší konec drátu zasazen do kovového kotouče. Aby elektřina, v kotouči vzbuzená, ze drátu neunikala, jest drát zastrčen do skleněné trubice; aby pak proučky průvanem vzduchu se nechvěly, jsou ve skleněné bance, ze které pouze svrchní konec drátu vyčnívá. Po-

něvadž jsou pozlátka dobrým sdílečem elektřiny, odnímal by jim vlhký vzduch elektřinu, čemuž zabráníti možno látkami, jež vlhko ze vzduchu pohlcují (jako ku př. chlóríd vápenatý) a k tomu cíli na dně báňky ve zvláštních nádobkách uloženy bývají.

a) Je-li tělo *slabě* elektrické, musí kotouče elektroskopu *se dotknouti*, aby mu elektřiny své sdělilo; kotouč sdílí pak elektřinu pozlátkům, která odpuzují se tudíž vespolek *toutěž elektřinou*, jakou má tělo, a sice v úhlu *tím větším*, čím *silněji* byla zelektrována. Je-li elektrojev opatřen kruhovým, ve stupně rozděleným obloukem, aby velikost úhlu tohoto měřiti se mohla, může sloužiti elektrojev též co *elektroměr* (elektrometr). Dotkne-li se kotouče prstem, odvedeme s pozlátek veškerou elektřinu i můžeme elektrojevu ihned ku novým zkouškám užiti.

b) Je-li tělo *silně* elektrické, *sblížíme je* ku kotouči i rozkládá pak s jistě vzdálenosti v kotouči elektřinu, přitahujíc nestejnorodou, která v kotouči, a odpuzujíc stejnorodou, která v proužkách se nahromaďuje. Dotkne-li se kotouče prstem, odvedeme odpuzovanou stejnorodou elektřinu a pozlátka se srazí dohromady; vzdálíme-li pak tělo od kotouče, rozloží se dříve poutaná nyní však uvolněná nestejnorodá elektřina na drátu i na proužkách, kteréž pak odpuzují se elektřinou *nestejnorodou*, totiž tou, *kteřé tělo nemá*.

c) Z odpuzování se pozlátek poznáváme pouze, že tělo jest elektrické; jaká jest elektřina jeho, seznáme, přiblíživše se ku kotouči, pokud pozlátka se odpuzují, silně zelektrovaným tělem, jehož elektřina jest známa, ku př. silně třenou tyčí skleněnou, která má elektřinu kladnou. Tyč rozkládá elektřinu v kotouči a odpuzuje stejnorodou, totiž kladnou do pozlátek, kteréž pak buď silněji se odpuzují, měla-li elektřinu kladnou, buď dohromady se srazí, měla-li elektřinu zápornou. Seznavše, jakou elektřinou pozlátka se odpuzovala, víme již, jaká byla elektřina těla, neboť jest v případě a) tatáž jako pozlátka a v případě b) s ní nestejnorodá.

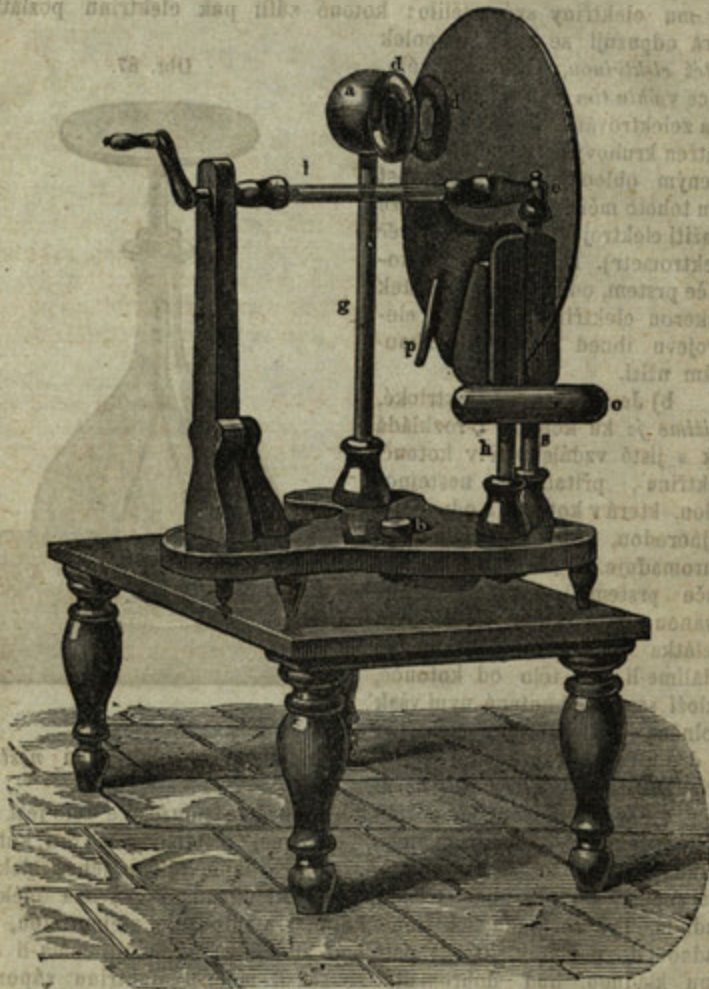
Jak patrné, můžeme pomocí elektrojevu pozlátkového zákony elektřiny rozkladem vznikající skoumati a vespolek rušení se elektřiny kladné a záporné pozorovati.

Obr. 87.



111. Električka. Chceme-li účinky elektřiny zkoumati, musíme jí větší množství na nějakém těle nahromaditi. Toho docílíme *elektrikou*, která k tomu slouží, aby elektřina s těla jednoho,

Obr. 88.



třením o druhé tělo zelektrovaného, na povrch těla třetího se převáděla, kdež pak ku další potřebě ve *velikém množství* se nahromaduje.

Podstatné části elektriky obecné jsou :

1. Tělo, které se tře, t. j. *silný, pečlivě uhlazený kotouč*, z tvrdého zrcadlového skla zhotovený, který na dlouhé skleněné ose *i* (obr. 88.) nasazen jest a klikou se otáčí. Na druhé straně spočívá osa ve skleněném podstavci *es*.

2. Natěradlo, kterým kotouč se tře a jež záleží ve dvou prkénkách, po straně ku kotouči obrácené sukmem a pak ještě telecí koží povlečených a amalgamou, t. j. práškem ze dvou částí rtuti, 1 č. cínu a 1 č. cinku hladce potřených. Natěradlo jest upevněno na vidlicovitém podstavci, který na skleněném sloupku *h* spočívá, a pružná péra přitlačují s každé strany jedno prkénko na kotouč tak těsně, že při otáčení amalgamou se tře.

3. *Jímač* (svodič), který elektřinu třením v kotouči vznikající jímá, jest dutá mosazná koule (někdy válec na koncích zakulatělý) *a*, na skleněném sloupku *g* nasazená, s níž spojeny jsou dva dřevěné, na vnitřní ke kotouči obrácené straně stanniolem polepené a kovovými špičkami (neb pouze *jedinou* takovou špičkou) opatřené kroužky *d d*.

Aby elektřina neodtékala do vzduchu dřívě, než kroužky *dd* ji vsávají a k jímači převádějí, přidržuje skřípec *p* s obou stran od natěradla až k jímači na kotouči kusy tykty, voskovaného taffetu aneb jiného špatného sdíleče elektřiny, které jako křídla po obou stranách s natěradlem jsou spojeny.

Otáčíme-li klikou, tře se kotouč amalgamou natěradla, čímž elektřina ve skle *i* v natěradle se rozkládá a kotouč *kladné*, natěradlo pak *záporné* elektřiny nabývá. Kladná elektřina kotouče uniká do špiček kroužkův *dd*, jak mile třená část kotouče otáčením jim se sblíží, a nahromaduje se na povrchu jímače *a*. V mosazném válci *o*, na skleněném podstavci *h* spočívajícím a s natěradly dobrým sdílečem elektřiny spojeném, nahromaduje se *záporná* elektřina natěradla.

Aby elektřina kladná, na jímači *a* se nahromadující, nebyla poutána elektřinou zápornou, na povrchu válce *o* se osazující, bývají oba jímači *a* a *o* co možno nejvíce od sebe vzdáleni.

Spojíme-li kouli *a* s válcem *o* drátem kovovým aneb jiným dobrým sdílečem elektřiny, odtékají obě elektřiny protivným směrem i vzniká tak zvaný *elektrický proud*. S koule *a* odtéká do válce *o* elektřina *kladná*, pročež *kladný proud* z *a* do *o* směřuje, s válce *o* odtéká pak ku kouli *a* elektřina *záporná*, tak že jest *oa* směr *proudu záporného*. Proudův těchto obě elektřiny ve stejném množství vespolek se směšují a *se ruší*, tak že jímači *a* i *o* opět *neelektrickými* se stávají.

Spojíme-li válec *o* drátem se zemí, odtéká $-E$ do země, i možno pak s elektřinou kladnou $+E$ na jímači *a* nahromaděnou rozličné zkoušky konati a takto účinky její pozorovati. Chceme-li seznati účinky elektřiny záporné, spojíme kouli *a* vodivě

se zemí a činíme pak zkoušky s elektřinou na povrchu válce o nahromaděnou.

Čím sušší jest vzduch, čím větší jest kotouč a čím rychleji se tře a čím lépe — E s válce o do země se odvádí, tím větší jest napnutost elektřiny kladné na povrchu jímáče a .

Zasadí-li se do koule a drát spirálně svinutý, do kruhu zahnutý a v dutém kruhu z lípového dřeva uzavřený, zvyšuje se napnutost elektřiny na jímáči a velmi značně.

Elektriku sestrojil nejprve *Otto Guericke* (1672); bylať však tato první elektrika nedokonalá, záležejíc v kouli ze síry, jednou rukou otáčené a druhou rukou třené. V roce 1743 byla poprvé sestrojena elektrika se skleněným válcem, jakou až posud ve starších kabinetech fyzikálních vidáme. Elektriky se skleněným kotoučem zhotovují se od r. 1764.

Sblíží-li se jímáči a , na kterém napnutost elektřiny jistého stupně dosáhla, dobrý sdíleč elektřiny, se zemí kovovým řetízkem spojený, přitahuje kladná elektřina jímáče a zápornou elektřinu sdíleče a obě tyto elektřiny vyrovnávají se jasnou, praskavou jiskrou. Čím větší jest napnutost elektřiny na jímáči, tím větší jest též vzdálenost, ve které jiskra přeskakuje, tak že z této vzdálenosti, která doskokem elektřiny se zove, napnutost elektřiny na jímáči posouditi možno.

112. Účinky elektřiny. Na jímáči elektriky nahromaduje se elektřina ve množství velmi značném i možno tudíž pomocí elektriky účinky elektřiny dokonale pozorovati. Rozeznáváme pak: 1. účinky mechanické, 2. účinky světla, 3. účinky tepla, 4. účinky chemické a 5. účinky fyziologické.

Obr. 89.

Obr. 90.

Obr. 91.



1. Účinky mechanické jeví se přitahováním se elektřin nestejnorodých a odpuzováním se elektřin stejnorodých.

a) Spojíme li s jímáčem elektriky J (obr. 89.) sloupek kovový ab , v jehož středu c na dřevěné tyčince zavěšena jest kulička z bezové duše k , která, majíc v klidu polohu svisnou, sloupku se dotýká, tož odpuzuje se kulička od

sloupku, když na jímači elektrina se nahromaďuje, poněvadž sloupek i kulička od jímače elektriny stejnorodé nabývají. Na sloupku bývá upevněn oblouk kruhový *mn*, z lepenky neb slonoviny zhotovený a ve stupně rozdělený, aby velikostí úhlu, jež dřevěná tyčinka se sloupkem *ab* svírá, napnutost elektriny na jímači stanoviti se mohla, odkudž přístroj ten také *elektroměrem čtverníkovým* aneb po vynálezci svém *Henleyovým* se zove. — Papírové proužky, na hofejším konci *a* (obr. 90.) kovového aneb dřevěného, stanniolem povlečeného sloupku přilepené, odpuzují se od sloupku, když tento do jímače *J* se zastrčí. — Tak zvaná *elektrická růže* rozvíjí se, když dotkne se jímače drát, na kterém jsou přilepeny jednotlivé listy, před zkouškou v poupě složené. — Svádíme-li elektrinu s jímače do vody v nálevce, která má velmi úzkou trubici, rozšiřuje se voda z nálevky vytékající co *elektrický dešť*. — Spojí-li se s jímačem *J* plíšek kovový *ab* (obr. 91.), tvar písmene *S* mající a okolo osy středem jeho jdoucí snadně otáčivý, odtéká elektrina ze špiček, čímž vzduch, špiček se dotýkající, se zelektruje a stejnorodou elektrinou špičky od sebe pudě plíšek směrem šipkou naznačeným v otáčení přivádí, odkudž přístroj ten *elektrickým kolečkem* se jmenuje. — Postaví-li se člověk na stoličku, skleněnými nohami

Obr. 92.



Obr. 93.



a (obr. 92.) opatřenou (držívou), a dotkne-li se jednou rukou jímače *J*, zježí se mu vlasy a lehké předměty (jako: papírové ostřížky, kousky bezové duše a t. p.) jež v ruce drží, odletují od ruky, jakmile ji otevře. Sblíží-li se někdo plochou ruky *r* shora ku hlavě (obr. 92.), ježí se vlasy ještě více, poněvadž v ruce elektrina se rozkládá a nestejnorodé elektriny vlasů a dolejšího povrchu ruky vespolek se přitahují.

b) Sblížíme-li jímači *J* papírový balónek *b* (obr. 93.) na hedbávné niti zavěšený, rozkládá se v balónku elektrina v kladnou a zápornou. Kladná jímače přitahuje zápornou balónku, kteráž jí blíže se nalézá, pročež balónek ku jímači přiskočí a jeho se dotkne. Dotknutím vyrovnají a zruší se elektriny nestejnorodé, tak že v balónku zbývá pouze elektrina kladná, pročež jej pak jímač odpuzuje ku kouli *k*, se zemí drátem spojené, které balónek veškerou svou elektrinu sdělí, načež opět jímač jej přitahuje a odpuzuje, tak že balónek mezi jímačem *J* a koulí *k* poletuje potud, pokud jest jímač dosti silně elektrický. — Balónek možno nahraditi lehounkou, malou mouchou z látky vodivé zhotovenou i máme pak *elektrickou mouchu*. — Z týchž příčin poskakuje *elektrické kla-*

Obr. 94.

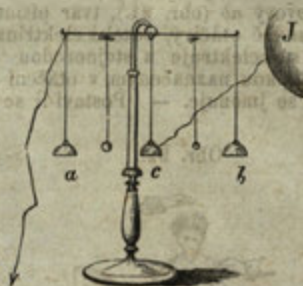


drávkou k, na skleněné tyči *ss* pružným drátkem *d* nasazené, mezi kuli *a*, spojenou s jímáčem *J*, a sloupkem *b*, se zemí spojeným (obr. 94.). — Dáme-li do skleněného válce *ab* (obr. 95.), jehož kovové dno se zemí jest spojeno, *vlhké* kuličky z bezové duše a spojíme-li kouli *k*, která skrze hořejší příklop do válce jest prostrčena, s jímáčem *J*, poletují kuličky mezi kuli *k* a dnem, což *elektrickým krupobitím* se nazývá. — Dáme-li do válce malé lehké figurky, poskakují podobně nahoru i dolů, čímž vzniká *elektrický tanec*. — Podobně poletují lehké kovové kuličky mezi zvonkem *c*, s jímáčem spojeným a zvonky *a* a *b* se zemí spojenými, a narážením kuliček na zvonky vzniká *elektrické zvonění* (obr. 96.).

Obr. 95.



Obr. 96.



c) Spojíme-li jeden drát, ostrou špičkou ukončený, s jímáčem elektřiny kladné a druhý, taktéž v ostrou špičku vybihající drát s jímáčem elektřiny záporné, dáme-li mezi obě špičky desku z lepenky aneb z tenkého skla a sblížíme-li špičky ku desce co nejvíce tak, aby byly v též přímce, tož proráží jiskra elektrická, kterou elektřiny se vyrovnávají, desku tak, že vzniká v ní otvor paprskovitě se rozbíhající.

d) Přeskočí-li silná jiskra s jímáče do kovového kroužku, položeného na kotouč pryskyřicový, sejmemo-li pak kroužek a posypeme-li kotouč výtrusy plavuňovými, objeví se tak zvané *obrazy Lichtenbergovy* na kotouči. Po jiskře

Obr. 97.



Obr. 98.



elektřiny kladné seřadí se prášek na kotouči ve tvaru *paprskovitěm* (obr. 97.) a po jiskře elektřiny *záporné* ve tvaru *soustředných kruhů* (obr. 98.), čímž i rozdílnost obou elektřin se objevuje.

e) Elektrická jiskra, pronikajíc vzduchem a spolu zahřívajíc jej, způsobuje na dráze své zředění vzduchu. Poněvadž vzduch ihned zase do prostoru, jež dříve zaujímal, úsilně se hrne, povstává *praskot*, který jest tím silnější, čím větší byla napnutost elektřiny. Přeskakuje-li jiskra s jímáče elektřiky do nějakého těla, jest praskot její patrněji slyšeti, než když přeskakuje s třené trubice skleněné.

2. *Účinky světla* jeví se elektrickými jiskrami, jež do dobrých sdílečův elektřiny přeskakují, když jímači dostatečně se sblížili.

a) Dotýká-li se tělo jímače, sděluje mu jímač elektřiny, aniž by oko nějakého úkazu pozorovalo; je-li však tělo k jímači pouze sblíženo, tak že elektřina procházeti musí špatným sdílečem (ku př. suchým vzduchem), tu objevuje se pak *jiskra*, která v rozličných plynech a parách má rozličné barvy. Tak jest: ve vzduchu obecném *bělavá* a lesklá, ve vzduchu silně zředěném *fialově červená*, v kyslíku *fialově modrá*, v dusíku *modrá* a ve vodíku *červcová*; v kyselině uhlíčitě, ve chlóru a v parách étherových *zelená*, v parách vodních *žlutá* atd. — Dotýká-li se člověk na stoličce, skleněnými nohama opatřené, stojící, rukou jímače a sblížme-li mu kdekoliv kotník prstu, přeskakují do kotníku jiskry (obr. 92.), jako kdybychom jímači byli se přiblížili.

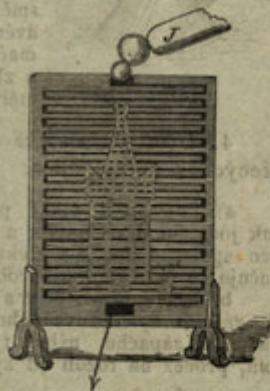
b) Je-li dobrý sdíleč, kterým oba jímači elektřiny kladné a záporné spolu jsou spojeny, na mnohých místech špatným sdílečem přerušen, přeskakují na všech těchto místech současně jiskry, čímž vzniká *elektrické osvětlení*. Nalepíme-li na desku skleněnou proužky stanniolu, jež v obr. 99. *černé* proužky značí, vyřízneme-li a odstraníme-li pak stanniol v těch místech, jež jsou v obr. 99. *bíle* naznačeny, tož osvětlují elektrické jiskry všechna tato místa, jež, jsouce si na blízku, v temné světnici téměř dohromady splývají se zdají a tudíž zdánlivě souvislý obraz tvoří. Nalepi-li se tímž způsobem proužky stanniolu na skleněnou tyč aneb kouli blízko sebe tak, aby na mnohých místech jiskry přeskakovaly, objeví se celá tyč neb koule osvětlena. Mnohdy bývají stanniolové proužky na skleněné desce v těch místech, kde jiskry se objevují, ještě průsvitným *barevným* papírem pokryty, čímž elektrické světlo, papírem pronikající, v rozličných barvách se ukazuje.

c) Dosáhla-li elektřina na jímači napnutosti příliš veliké, uniká samovolně do vzduchu ve způsobě paprskovité záře. Září tuto možno pozorovati nejlépe ve tmavé světnici, když jímač elektřiny kladné hrotem na konci ne příliš ostrým jest opatřen (obr. 100.). Byl-li hrot takový spojen s jímačem elektřiny záporné, objevuje se na špičce jeho pouze světlý bod, podobný malému, trpyčité hvězdě. Sblížme-li se jímači kladné elektrickému hrotem, objevuje se na konci jeho světlý bod a sblížme-li se jím záporné elektrickému jímači, objevuje se na konci hrotu paprskovité rozbihavé světlo. Tímto úkazem taktéž rozdílnost obou elektrin patrně se dovozuje.

3. *Účinky tepla*. Elektrickým proudem zahřívá se drát, kterým proud prochází, a elektrickou jiskrou zapalují se mnohé látky zápalné.

a) Dáme-li do misky kovové, se zemí dobrým sdílečem spojené, éther, *teplý* lín, střelnou bavlnu, střelný prach, kalafunu na prášek rozmělněnou, fosfor aneb jiné snadné zápalné látky a přeskočí-li s jímače skrze tyto látky do misky jiskra elektrická, zapalují se tyto látky.

Obr. 99.



Obr. 100.



b) Tráskavý plyn zapaluje se jiskrou elektrickou v *bambitce elektrické*, která záleží v láhvičce kovové (obr. 101.), mající blíže dna po straně otvor, jímž prostrčena neprodyšně do vnitř skleněná rourka, ve které zatmelena drát, na obou koncích kuličkou opatřený tak, aby vnitřní kulička dnu byla sblížena, ale jeho se nedotýkala. Otevřeme-li zátku a necháme-li do láhvičky vstoupiti vodík, směšuje se tento s kyslíkem vzduchu v láhvičce obsaženého v plyn tráskavý. Když pak otvor zátkou uzavřeme, láhvičku se zemí spojíme (třeba v ruce jí držíce) a vnější kuličku jimači sblížíme,

Obr. 101.



aby do ní jiskra přeskočila, přeskočí jiskra též s kuličky vnitřní na dno, čímž tráskavý plyn se zapálí a zátku s výbuchem, slabě ráně z bambitky podobným, vyrazí. — Podobně spaluje se směsina kyslíku a vodíku v tak zvaném *eudiometru*, t. j. ve trubici skleněné, svrchu uzavřené, otvorem dolejším do rtuťi ponořené. Vpustíme-li do trubice, ve které z dola rtuťi vzduch jest uzavřen, vodík a proráží-li pak směsí vodíku a vzduchu jiskra elektrická (mezi dvěma dráty, z nichž jeden se zemí a druhý s jimačem spojen), spaluje se vodík s kyslíkem na vodu a zbývá pak ve trubici dusík, jehož objem možno měřiti, poněvadž jest trubice stupňována.

4. *Účinky chemické* jeví se patrně rozkladem látek chemicky složených v prvky jejich.

a) Potřeme-li vlhké proužky procezo vacího papíru škrobovým mazem a pak jódidem draselnatým a vedeme-li na papír špičky dvou drátův, z nichž jeden spojen s jimačem elektřiny kladné a druhý s jimačem elektřiny záporné, vylučuje se jód, kterým škrob na modro se barví.

b) Pracujeme-li déle s elektrickou, jest cítiti ve vzduchu zvláštní zápach, t. j. zápach kyslíku vzduchového, který nabývá elektřinou netoliko tohoto zvláštního zápachu, nýbrž i jiných vlastností, jichž v obecném stavu svém nemá, pročež na rozdíl od kyslíku obecného *ozón* nazván jest.

5. *Účinky fyziologické* jsou ony, jež v čidla naše působí.

Přeskočí-li elektrická jiskra kdekoliv do těla, cítíme píchnutí; svedeme-li kladnou elektřinu s jimače na jazyk, cítíme chuť nakyslou, záporná elektřina vzbuzuje chuť žíravou.

113. Elektrofor čili *elektronoš* má jméno své odtud, že možno elektřinu dlouho v něm udržeti. Skládá se: a) z *misky* mělké, obyčejně z pocínovaného plechu železného zhotovené; b) z *kotouče pryskyřicového*, do misky vlitého, na hořejším povrchu rovného a pečlivě uhlazeného, tak aby nebylo v něm ni bublin ni puklin; c) z *příklopu* cínového aneb dřevěného, stanniolem polepeného, který má poněkud menší průměr než miska, na dolejším povrchu dokonale uhlazen a na hořejším povrchu buď *hedbávnými* šňůrkami buď *skleněnou* rukovětí opatřen jest, aby elektřina do ruky jej zdvihající neodtékala.

Sejmeme-li příklop a šleháme-li kotouč lišcím ocasem aneb zajecínou, nabývá kotouč na hořejším povrchu elektřiny záporné. Položíme-li pak příklop na něj, rozkládá — E kotouče $+E$ v příklopu, přitahuje nestejnorodou $+E$ a odpuzuje stejnorodou $-E$. Dotkneme-li se příklopu prstem (obr. 102.) odvedeme odpuzova-

nou a proto *volnou* $-E$ s něho do země, $+E$ pak zůstává na dolejšímu povrchu jeho, jsouc zápornou elektřinou kotouče pryskyřicového *poutána*. Zdvihneme-li příklop, když dříve byli jsme prstem jeho se dotkli, uvolní se v něm $+E$ a rozloží se na celém povrchu jeho; sblížíme-li se k němu prstem (obr. 103.), přeskakuje s něho jiskra do prstu.

Obr. 102.

Obr. 103.



Kovová miska slouží k tomu, aby elektřina v kotouči pryskyřicovém se sesílila, neboť třením vzbuzená $-E$ kotouče rozkládá v misce $+E$, přitahuje $+E$, kteráž na spodním povrchu kotouče se nahromaďuje, a odpuzuje $-E$, kterou možno do země odváděti. Poněvadž $-E$ na povrchu hořejším a $+E$ na povrchu dolejšímu na kotouči pryskyřicovém vespolek se poutají, možno dalším třením opět nové množství $-E$ na hořejším povrchu vzbuditi, načež opět v misce $+E$ se rozkládá a vše jako dříve se opakuje.

Přiléhá-li příklop na kotouč a odvedeme-li s něho $-E$, poutá jeho $+E$ část $-E$ na hořejším povrchu kotouče, pročež část $+E$ na dolejšímu povrchu kotouče se uvolní, v misce $+E$ rozkládá, $-E$ přitahuje a $+E$ odpuzuje. Odvedeme-li odpuzovanou $+E$ s misky do země, má pak miska $-E$. Spojíme-li pak prsty pozdvižený příklop s miskou, vyrovná se $+E$ příklopu a $-E$ misky, čímž vznikne v ruce dosti silné otřesení.

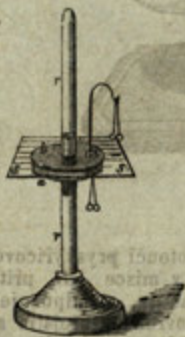
Druhdy užívalo se elektroforu k zapalování vodíku v Döbereinerově rozžehadle (viz str. 65.) jiskrou s příklopu přeskakující.

114. Deska Franklinova jest deska *skleněná* na obou stranách *stanniolem* polepená tak, aby pokraje její na 1—3" zůstaly *stanniolem nepokryty*. Pokraje tyto, vnímající vlhkost ze vzduchu, odváděly by elektřinu s nálepů stanniolových, čemuž zabraňuje se potřením pokrajův pokostem anebo pečatním voskem v lšu rozpuštěným.

Spojíme-li jeden nálep s jimačem elektriky, přechází do nálepu elektřina $+E$, rozkládá se po celém povrchu jeho a vniká částečně i do skla, jehož ovšem naskrze až ku nálepu druhému proniknouti nemůže. Majíc však značnou napnutost, rozkládá $+E$ nálepu s jimačem spojeného $\pm E$ v nálepu druhém, přitahuje

— E , kteráž částečně i do skla vniká, a odpuzuje $+E$, kterou možno, poněvadž *volná* jest, s nálepu odvésti. Poněvadž $+E$ a $-E$ vespolek se poutají a jen malá část $+E$ na nálepu s jímačem spojeného *volnu* zůstává, přechází opět s jímače část $+E$ do tohoto nálepu, načež opět v nálepu druhém $+E$ se rozkládá a vše jako dříve se opětuje. S jímače přechází do nálepu s ním spojeného $+E$ tak dlouho, pokud napnutost *volné* $+E$ na něm nerovná se napnutostí $+E$ na jímači. Když napnutosti tyto jsou stejny, jest deska *naelektrována* (nabita) i má pak na jednom nálepu $+E$ a na druhém $-E$. Je-li skleněná deska tenká, vyrovnají se obě tyto elektriny, když dosti veliké napnutosti dosáhly; prorazivše totiž desku, kteráž pak ku dalším zkouškám více se nehodí, směšují se vespolek a oba nálepy jeví se neelektrickými.

Obr. 104.



Abychom mohli se přesvědčiti, že skutečně na jednom nálepu $+E$ a na druhém $-E$ se hromadí a že obě tyto elektriny částečně s obou stran do skla vnikají, bývá upravena deska tak, aby mohla se rozkládati. Na skleněném sloupku jest vodorovně upevněna silnější deska cínová a (obr. 104.), na té jest položena deska skleněná s a na desku skleněnou klade se svrchu deska cínová b skleněnou rukovětí r opatřená. Naelektrováme-li desku a rozložíme-li ji v části, shledáme, že jedna deska má $+E$, druhá $-E$ a deska skleněná na jedné straně $+E$ a na druhé $-E$.

Obr. 105.



Někdy bývá deska upravena tak, že elektriny jiskrou samy se vyrovnají, když napnutost určitého stupně dosáhla.

115. Láhev Leydenská. Deska Franklinova ve válec svitnutá a dnem opatřená jmenuje se *láhví Leydenskou*. Jestliž nádoba skleněná (obr. 106.) vně i vnitř stanniolem polepená a na hořejším pokraji vně i vnitř pokostem neb pryskyřicí potřená. Nádoba přikrývá se kotoučem z lepenky, majícím u prostřed otvor, jímž prostrčen do vnitř drát, který dolejšším koncem vnitřního ná-

lepu stanniolového na dně se dotýká a na hořejším konci kovovou kuli k opatřen jest.

Spojíme-li kouli k s jmačem $+E$, nahromaduje se na vnitřním nálepu láhve $+E$, kteráž rozkládá v nálepu vnějším $+E$, $-E$ přitahuje a $+E$ odpuzuje. Spojíme-li vnější nálep se zemí, třeba tím, že láhev v ruce držíme, odchází odpuzovaná $+E$ vnějšího nálepu do země i zbývá na něm pouze $-E$. Jako při desce Franklinově bylo vyloženo, přechází $+E$ s jmače do nálepu vnitřního tak dlouho, až volná $+E$ tohoto nálepu má tutéž napnutost jako $+E$ na jmači. Když toho se docílilo, jest láhev naelektrována i mohou elektriny $+E$ a $-E$ vyrovnatelem (obr. 105.) opět se vyrovnati. Byl-li vnější nálep spojen s jmačem $+E$ a vnitřní se zemí, má láhev vně $+E$ a u vnitř $-E$.

Láhev možno naelektrovati též přiklopem elektroforu jako jmačem elektriky.

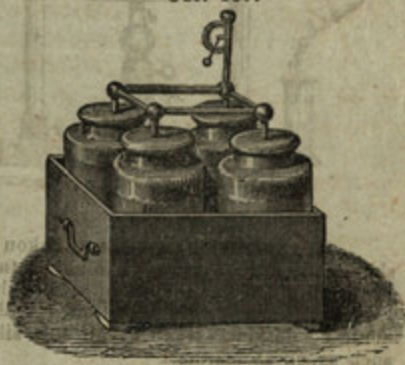
Postaví-li se do nádoby cínové nádoba skleněná a do této opět nádoba cínová, vzniká *láhev rozkládací*. Rozložíme-li láhev takovou, když byla naelektrována, jeví se cínové nádoby jen velmi málo elektrické. Odvedeme-li z nich elektrinu a složíme-li láhev opět dohromady, vyrovnávají se elektriny přece silnou jiskrou, což důkazem že elektriny $+E$ a $-E$ vlastně na obou stranách skla jsou rozloženy a že nálepy pouze k tomu slouží, aby sklu elektrinu všude současně sdělovaly a ji taktéž všude současně s něho odváděly. Spojí-li se vnější nálep s kovovou kuli, kterou kouli k s vnitřním nálepem spojené dostatečně sblížíme, vyrovnávají se $+E$ nálepu vnitřního a $-E$ nálepu vnějšího jiskrou elektrickou, která mezi oběma kulema přeskakuje do vzdálenosti tím větší, čím větší jest napnutost elektrin, t. j. čím silněji byla láhev naelektrována. Láhev tak upravená zove se *láhví vyrovnací* č. po vynálezcí svém *láhví Lane-ovou*. — Vytáhne-li zůstává láhev v suchém vzduchu delší dobu naelektrována, ješto $+E$ a $-E$, vzájemně se poutajíce, s nálepy unikati nemohou.

Láhev Leydenská má v menším objemu větší povrch a může pohodlněji se naelektrovati než deska Franklinova. Čím větší jest povrch nálepu, tím více elektriny možno na nich nahromaditi. Poněvadž však příliš veliké láhve bývají nepohodlné, spojuje se více láhví menších v jedinou, ježž povrch stanniolový jest pak tak veliký

Obr. 106.



Obr. 107.



jako povrchy všech jednotlivých láhví dohromady. Spojení takové slove *soulahví* čili *elektrická batterie*, i docílí se ho, když několik láhví do kovového aneb dřevěného, na dně stanniolem vylepeného truhlíku se postaví a všechny koule vespolek drátem se spojí (obr. 107.). Pomocí elektroměru *Henleyova* (obr. 89.) s jednou láhví spojeného (obr. 107.) lze napnutost *vólné* elektřiny na vnitřním nálepu měřiti.

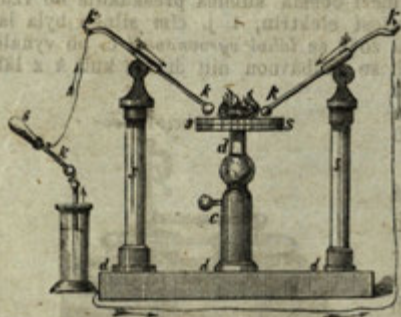
Účinky elektřiny zesilují se láhví Leydenskou, zvláště pak soulahvím velmi značně.

a) Jiskra, kterou $+E$ a $-E$ láhve neb batterie se vyrovnávají, proráží lepenku ano i poněkud silnější desku skleněnou.

b) Jiskry batterie doskakují do větší vzdálenosti než s jímače elektřiky a hodí se tudíž lépe k *elektrickému osvětlení*. Proráží-li jiskra batterie elektrické, silně naelektrované, cukr, merotec, kazivec a jiná světélkující tělesa, světélkují tato ve tmě dlouho.

c) Prochází-li elektrický proud batterie *tenkým a krátkým* drátem, rozpaluje se tento až do žáru, a je-li proud silnější, trhá a roztrhává se drát a konečně se roztápí. — Jiskrou láhve Leydenské zapalují se látky zápalné a vznímají se plamenem. — Zvláště vhodně užívá se jiskry takové ku zapalování látek, kterými skály (i pod vodou) se trhají; neboť možno zapalovati náboje i *ve vzdálenosti velmi značné* a tudíž *bez nebezpečí* a též *více nábojův současně*. K tomu cíli uzavře se papírový váleček na jednom konci zakliženou zátkou korkovou, do válečku ku zátce dá se pak kousek stělné bavlny, na tu prášek ze stejného množství *sírníku antimonového* a *chlóřečnanu drusebnatého*, do něhož ponoří se oba konce drátu k sobě sblížené, načež na prášek nalije se roztopená pryskyřice, která ztuhnuvši dráty od sebe odděluje a spolu váleček na druhém konci uzavírá. Zápalka takto připravená vloží se do náboje se stělným prachem; spojí-li se pak jeden drát ze zápalky a z náboje vyčnívající s vnějším a druhý drát s vnitřním nálepem láhve neb batterie naelektrované, zapálí se jiskrou zápalka i náboj. Trhají-li se skály pod vodou, musí náboj i zápalka býti opatřeny pouzdrem smolou potřeným neb plechovým, aby voda neměla k nim přístupu; drát bývá pak povlečen gutta-perčou. — Zápalkami tímž způsobem upravenými, možno pomocí jiskry láhve neb batterie více svíček neb raket a t. p. *najednou* zapáliti, zvláště když knoty svíček terpentinem aneb jinou snadně zápalnou kapalinou dříve byly navlhčeny.

Obr. 108.



d) Dotkne-li se jednou rukou vnějšího nálepu naelektrované láhve a sblížíme-li druhou ruku ku kouli drátu, dotýkajícího se nálepu vnitřního proběhne proud tělem a způsobí velmi silné otřesení, jež i více osob pocítí, když vespolek za ruce se drží a jeden z obou krajních nálepu vnějšího a druhý koule se dotkne. Rány bývají tak silné, že i větší zvířata jimi se usmrcují aneb aspoň se omráčí.

Ku skoumání účinkův láhve neb batterie užívá se obyčejně *Henleyova všeobecného vyrovnatele*, jehož úpravu znázorňuje obr. 108. Skleněné části jsou písmeny *s*, dřevěné písmeny *d* a kovové písmeny *k* označeny; šroubem *c* udržuje se kotouč *ss* v jakékoliv výšce.

Otáčíme-li velmi rychle kotouč, v několik rozličně zbarvených výsečí rozdělený, nemůžeme jednotlivých barev od sebe rozeznati, neboť splývají všechny dohromady v barvu jedinou, z jednotlivých barev složenou; otáčí-li se však kotouč velmi rychle v tmavé světlici a osvětlí-li se jiskrou elektrickou, objeví se všechny jednotlivé barvy zcela patrně, jako by kotouč byl v klidu, neboť trvá světlo jiskry dobu tak kratičkou, že zdá se, jakoby kotouč za dobu tuto ani byl se nepohnul. *Wheatstone* vypočetl, že rychlost elektriny, t. j. dráha, kterou proud v jedné vteřině koná, téměř 62.000 mil obnáší.

116. Hustič (kondensator) jest přístroj obyčejně s elektrojevem spojený, kterým i velmi slabá elektrina nějakého těla patrnou se stává. V podstatě má hustič úpravu tutéž jako *deska Franklinova* a působí týmž způsobem jako tato. Kovový kotouč elektrojevu, spojený drátem s pozlátkou (obr. 109.), jest na hořejším povrchu svém potřen tenkou vrstvou pokostu a na něj klade se druhý kotouč, taktéž kovový, na dolejšímu povrchu pokostem jemně potřený a nahoře skleněnou rukovětí i opatřený.

Dotkne-li se dolejšího kotouče tělem, jež má ku př. slabou $+E$, sdělí tělo $+E$ kotouči i pozlátkům, která však se neodpuzují, jsouce slabě elektrická. Je-li však hořejší kotouč na dolejší položen, rozkládá $+E$ kotouče dolejšího $\pm E$ v kotouči hořejším, přitahuje a poutá $-E$ a odpuzuje $+E$, kterou musíme prstem odvésti. Poněvadž v kotouči dolejšímu jen málo volné $+E$ zůstalo, přechází s těla opět $+E$ do kotouče, i opakuje se vše jako dříve tak dlouho, až volná $+E$ dolejšího kotouče má tutéž napnutost, jako $+E$ těla. Když pak hořejší kotouč sejmeme, uvolní se dříve poutaná $+E$ dolejšího kotouče a přechází i do pozlátek, kteráž pak se odpuzují elektrinou $+E$, kterou má i tělo. Dotkne-li se však tělem kotouče hořejšího a prstem kotouče dolejšího, odpuzují se po sejmutí kotouče hořejšího pozlátka elektrinou $-E$, což snadně možno vyložití.

Pomocí hustiče možno dokázati, že tělesa zelektrují se netoliko třením, nýbrž i tlakem, štipáním, proměnou skupenství, zahříváním a hořením, vůbec proměnou soudržnosti částic.

Obr. 109.



a) Stlačíme-li na sebe dvě tělesa, skleněnými držadly opatřená, aniž bychom jedno o druhé třeli, jeví po rychlém oddělení jich od sebe jedno z nich vždy $+E$ a druhé $-E$. Kovová deska na voskované hedbávi přitlačená, má po oddělení $+E$ a hedbávi $-E$. Ze dvou nestejně teplých na sebe přitlačených kousků korku má jeden $+E$, druhý $-E$. Vápenec jeví se elektrickým, když mezi prsty byli jsme jej stlačili. — b) Naštípíme-li plátek slídy v rohu, připevníme-li pak na obě části skleněné rukověti a odtrhneme-li je těmito od sebe, má jedna část $+E$, druhá $-E$. Totéž jeví se u vápence a sádrovce. Rozbijíme-li křidu neb cukr ve tmě, objevují se elektrické jiskry. — c) Vypařuje-li se voda z roztoku soli, jsou páry vodní *kladně* elektrické. Roztopíme-li síru neb vosk, jeví se po opětém ztubnutí elektrickými. — d) Zabřejeme-li hráš turmalínu, má jeden konec její $+E$ druhý $-E$; — e) Hořící uhel objevuje se pomocí hustice *kladně* elektrickým, zplodiny hořelým jeho vznikající mají pak $-E$.

B. Elektrina ovzduší.

117. Elektrina ve vzduchu, oblacích a mracích. Jakmile seznány byly účinky jisker, jež vznikají vyrovnáním $+E$ a $-E$ batterie z láhví Leydenských sestavené, porovnávali učenci blesk s jiskrou elektrickou i seznali, že účinky obou jsou *tytéž*, ač jeví se ovšem účinky blesku *silněji*. Z toho vyplývá, že v mracích nahromaděno jest velmi mnoho elektriny.

Franklín pouštěl v roce 1752 papírové, kovovými špičkami opatřené draky na konopné šňůře do mraků a sváděl elektrinu s mraků po šňůře, která, navlhnuvši deštěm, vodivou se stala, do zvláštních jímačův. Četnými zkouškami dokázal pak, že účinky elektriny této jsou *tytéž* jako účinky elektriny na jímači elektri ky nahromaděné.

Ze zkoušek v té příčině konaných seznáno, že má vzduch, několik stop od země počínaje, vždy *volnou* elektrinu, a sice za deště nejčastěji *zápornou*, jinak obyčejně *kladnou*, že oblaky jsou téměř vždy *záporně* elektrické, mraky pak že jsou hned *kladně* hned *záporně* elektrické a mají nejvíce *volné* elektriny.

V době novější užívá se ku skoumání elektriny vzduchu zvláštních elektrojevů (elektroskopů), jež, ve výších se nalézající, ukazují, že vzduch jest elektrický a jakou má elektrinu.

Původem elektriny ve vzduchu jsou, jak učenci se domnívají:

1. hoření a dýchání lidí i zvířat;
2. vypařování se vody mořské;
3. rychlé srážení se vodních par, ve vzduchu náhle ochlazených;
4. vzrůst živočichů a rostlin;
5. tření částic vzduchu i vodních par, prouděním vzduchu vznikající;
6. proměny teploty vyšších vrstev vzduchu.

118. Blesk a hrom. Srážejí-li se páry vodní ochlazením v bublinky, nabývají elektriny, a shlukne-li se velmi mnoho bublinek takových ve mrak, jest na něm elektrina tak nahromaděna jako na jímači elektri ky.

Přiblíží-li se elektrický mrak k jinému, rozkládá v něm $+E$, poutá elektrinu nestejnorodou, stejnorodou pak odpuzuje, z čehož možno vyložití, proč mraky v čas bouře hned $+E$, hned

opět $-E$ mají. Nestejnorodé elektřiny dvou sobě dosti sblížených mraků vyrovnávají se buď náhle *bleskem*, buď *ponenáhlu*.

Sblíží-li se mrak, mající $+E$, k zemi, rozkládá v ní $\pm E$, přitahuje $-E$, kteráž mraku nejbližší, tudíž na povrchu země se nahromaduje, a odpuzuje $+E$, která ve větší hloubi v zemi se shromáždí.

Sejde-li mrak ještě blíže k zemi, přemáhá napnutost elektřiny odpor vzduchu a *bleskem* vyrovnává se pak $+E$ mraku a $-E$ země, i říkáme pak, že *hrom* (vlastně *blesk*) udeřil. Poněvadž na místech z roviny vyvýšených nejvíce elektřiny se nahromaduje, bije blesk nejčastěji do věží, vysokých stromů atd., i neradno tudíž stavěti se v čas bouře k vysokým předmětům, ku stromům, věžím, komínům, ani ku dobrým sdílečům elektřiny.

Udeří-li blesk do země přestává na okamžik příčina rozkladu elektřin v zemi a $+E$ i $-E$ země naší splývají pak úsilně dohromady tak zvaným *zpátečným udeřením*, jehož účinkem mnohdy zvířata i lidé usmrceni bývají, ač blesk ve veliké vzdálenosti od nich do země byl udeřil. Podobně vzniká též *zpátečné udeření*, když mrak, jehož elektřinou $\pm E$ v zemi se rozložila, náhle od země se vzdálí.

Bleskem, který vzduch klikatě proniká, rozpalují se částice vzduchu tak silně, že značně se rozšiřují; propustiv však ihned zase nabyté teplo svému okolí, hrne se vzduch do prázdného prostoru velmi úsilně, čímž vzniká třeskot, co *hrom* známý, který, odrážeje se ode mraků, hor, lesů a t. d., mění se v otřásající *hučení*, jemuž síly až do jistého stupně přibývá a pak opět *ponenáhlu* ubývá.

Ve značných výškách jest vzduch tak řídký, že vyrovnání elektřiny děje se tu bez značné překážky, pročež viděti pouze *blesk*, není však hromu slyšet. Výjev ten nazývá se *blýskavice* č. *blýskání na počasí*.

Účinky blesku jsou zkázoplné; bleskem roztápějí se kovy, špatní vodičové elektřiny pak jím bývají rozdrčeni; zvířata a lidi blesk usmrcuje, hořlavé látky zapaluje; vnikne-li blesk do země, roztápí zrnka písečná, kteráž slévají se s jinými částmi země v tak zvané *bleskové roury*.

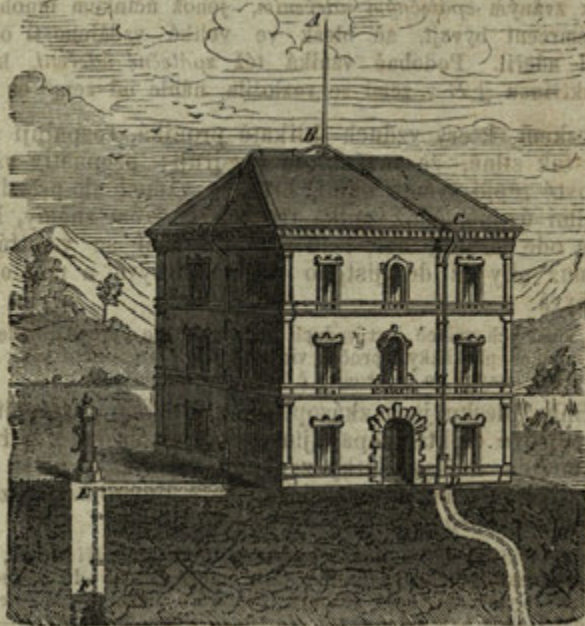
Špičky věží, stežňů a jiných vysokých předmětů září v noci, což vysvětluje se vycházením elektřiny na špičkách nahromaděné do vzduchu taktéž elektrického. Výjev ten zove se oheň *Eliášův* č. oheň *Elmský* neb *Helenský* (od starých Řekův a Římanův též *Kastor* a *Pollux* nazvaný). — Podobné světélkování elektrické vidati též na chlupech zvířecích, na př. kočičích, na špičkách uší koňův a na vlasech lidských. — Pohybuje-li se elektrický mrak nad hladinou vody, rozkládá se v ní elektřina a voda vyzdvihuje se mnohdy značně vzhůru. — Na zemi nejsou účinky rozkladu elektřiny patry; citlivé osoby mívají však při bouři zvláštní pocity.

119. Hromosvod. Zkázonosné účinky blesku možno zameziti *hromosvodem* (vlastně *bleskosvodem*), kterým blesk svádíme do místa, kdež rozptýlením se oslabuje a neškodným se činí.

První hromosvod sestrojil *Diviš* (nar. 1696 v Žamberce v Čechách) v roce 1754 nedaleko svého obydlí v Prendicích na Moravě. Železný sloup 8° vysoký měl na borejším konci čtyry vodorovná železná ramena, z nichž každé blíže konce opět dvěma příčnými rameny bylo opatřeno. Na každém z těchto 12 konců byla bednička se železnými okujemi, z nichž vyčnívalo do vzduchu 27 železných hrotů. Hlavní sloup stál na dřevěném podstavci a byl se zemí fetězy spojen. Hromosvod tento konal dobré služby; když však r. 1756 veliké sucho nastalo, přičítána vina toho hromosvodu a *Diviš* byl přinucen jej odkliditi. — *Franklin*, jemuž vůbec vynález hromosvodu se připisuje, postavil r. 1760 ve Filadelfii hromosvod, záležející v tyči železné, $9\frac{1}{2}'$ dlouhé 1" silné, jinou kovovou tyčí se zemí spojené a na stavení špatnými vodiči elektriny připevněné.

Hromosvod jest tyč železná *AB* (obr. 110.), 8—20' dlouhá a $\frac{3}{4}$ —2" tlustá, obyčejně čtyřhranná, nahoře hrotem 9—10" dlouhým, měděným, dobře pozlaceným aneb poplatinovaným (aby ne-

Obr. 110.



rezavěla) ukončená, kteráž kolmo na vrcholi stavení se upevňuje. Od této tyče vede se *svodidlo BCD*, skládající se z tyčí železných asi 9' dlouhých a $\frac{1}{2}$ □" průřezu majících, vespolek v jednu tyč spojených a na železných 4—5" vysokých sloupcích spočívajících, podél střechy a zdí budovy až k zemi, obyčejně do vody (studně), aneb, není-li této na blízku, jest ukončeno hluboko v zemi velikou

deskou kovovou, aneb rozvětňuje se v zemi dřevěným uhlím obklopeno daleko silnými dráty.

Zkušenosť učí, že chrání hromosvod prostor, jehož průměr rovná se asi čtyřnásobné délce kolmé tyče. Na větších budovách bývá proto více hromosvodů. Střechy plechem pokryté netřeba hromosvodem chrániti, postačí tu když kovové žlaby svodidlem se zemí se spojí. — Svodidlo má jíti přes všechny komíny a má nad každým komínem hrotem se opatřiti. Je-li v budově uvnitř mnoho kovových předmětů značné hmotnosti (ku př. *zvony* na věžích), spojují se tyto předměty vodivé s hromosvodem. — *Prachárny* opatřují se hromosvodem, který na vysokém sloupu opodál budovy se nalezá. — *Stežně* korábů mají na vrcholi kovový hrot a odtud po celé své délce měděné proužky, jež s měděným pokrovem pod lodí se spojují. — Za svodidlo brávají se místo tyčí též provazy z měděných neb mosazných drátů aneb měděný plech. — Dráty telegrafické musí býti taktéž hromosvodem opatřeny.

120. Severní zář nazývá se velikolepý úkaz na nebi, v polárných končinách země naší obyčejný, téměř každodenní, u nás jen tehdy patrný, když objevuje se u veliké síle a rozsáhlosti.

Nad severním obzorem ve směru poledníku magnetického vystupuje záhy po skončeném soumraku široká výseč kruhová oblaku podobná, avšak zcela prohledná, nad níž rozestírá se jemný svit, jasnému soumraku podobný, obyčejně bělavý, řídkěji žlutavý neb červenavý, z něhož řinou dlouhé světlé sloupy co paprsky, jež po několika minutách hasnou, načež opět nově se tvoří. Světlo paprskův těch jest bílé, na konci bývají z fialova a bělomodra všemi odstíny až do žluta a nachova zbarveny. Celé severní nebe pokrývá se průzračnými oblaky žhavě červenými. Okolo onoho bodu oblohy, ku kterému směr magnetky sklonkové čelí, shluknou se paprsky ve skvělý paprskový věnec tak zvanou *korunu*, čímž celý výjev končí. Na jižním pólu objevuje se týmž způsobem *jižní zář*, která se severní obyčejně současně povstává.

Jak učenci se domnívají, jsou světlé sloupy záře polární svítící *magnetické čáry*, jdoucí kolem země světovou prostorou od jednoho pólu ke druhému, i možno tudíž výjev tento nazvati *bouří magnetickou*, kterou nestejnorodé magnetičnosti zemské vespolek snad asi tak se vyrovnávají jako $+E$ a $-E$ jiskrou elektrickou aneb při bouři bleskem se vyrovnávají. Původ k domněnce této dala ta okolnost, že magnetka při záři severní jest velmi nepokojná, odchylující se mnohdy v úhlu několika stupňů z obyčejné své polohy.

C. Elektrina buzená dotýkáním.

a) *Základné výjevy a zdroje elektriny, buzené dotýkáním.*

121. Základná zkouška Voltova. Položíme-li na rovný, co nejlépe *uhlazený* kotouč *měděný* jiný taktéž *rovný* a velmi dobře *uhlazený* kotouč *cinkový* a oddělíme-li oba kotouče, skleněnými rukověťmi opatřené, aniž bychom jeden na druhý byli přitlačili aneb jeden o druhý byli třeli, od sebe tak, aby na všech místech *najednou* přestaly vespolek se dotýkati, tož jeví se na kotouči *cinkovém* elektrina *kladná* a na *měděném* elektrina *záporná*, o čemž možno *hustičem* (odst. 116.) se přesvědčiti.

Jako cink a měď stávají se elektrickými všickni sdíleči elektriny, jakmile dva *různorodí* vespolek se *dotýkají*, i nabývá vždy

jeden z nich elektriny *kladné* a druhý elektriny *záporné*. Pokud oba sdílejí se dotýkají, poutají se $+E$ a $-E$ v nich zplozené tak, že jen malá část jich *volnou* zůstává, pročež možno elektrinu v kotoučích *dotýkáním* vznikající pozorovati teprv pak, když je od sebe vzdálíme.

Hustič má obyčejně jeden kotouč *měděný* a druhý *cinkový*, abychom, skoumajíce elektrinu dotýkáním se cinku a mědi zplozenou, mohli přiložiti cink k cinku a měď k mědi a aby dotýkáním se dvou různorodých kovů na hustiči nebudila se opět elektrina, kterou mohla byrašiti se ona, již skoumati chceme. Spojíme-li desku měděnou *a* (obr. 111.) s deskou cinkovou *b* v *cd* pájku, dotýkají se kovy tyto *ustavičně* vespolek, a přiložíme-li, majíce v ruce měď *a*, cink *b* k cinkovému kotouči hustiče, jeví se cink *b* kladně elektrickým; přiložíme-li pak majíce v ruce cink *b*, měď *a* k měděnému kotouči hustiče, jeví se měď *a* *záporně* elektrickou.

Elektrina *dotýkáním buzená* nazývá se po objevitelích svých též elektrinou *Voltovskou* aneb *galvaničností*.

Galvani, profesor v Boloni, pozoroval v roce 1789, že noha žabí, na stole ležící, pokaždé sebou *trhla*, když dotýkal se jí nůž a když na blízku sjímače elektriky jiskra do jiného těla přeskočila. Úkaz tento můžeme *rozkladem* elektriny snadně si vyložití, ale Galvani se domníval, že příčinou úkazu toho jest elektrina v těle žabím se nalezající a chtěje ji důkladněji proskoumati, zavěsil žabí stehénka měděnými háčky na železně mříži. Tu shledal, že *stehénka pokaždé sebou trhla, kdykoliv mříže železně se dotkla*.

Obr. 111.



Volta, profesor v Pavii, opakoval tyto zkoušky a seznal, že stehénka potrhují sebou účinkem elektriny, *dotýkáním se dvou různorodých kovů zplozené*, a dokázal pak nezvratně zkouškou nahoře vytknutou, která proto *základnou zkouškou Voltovou* se nazývá, že dotýkáním skutečně elektrina se zplozuje.

Poněvadž s desk vespolek se dotýkajících skleněnými rukověťmi žádná elektrina se neodvádí, ni rukověťmi jim se nepřivádí, nutno souditi, že dotýkáním *rozkládá se* v obou deskách elektrina a že $+E$ z mědi do cinku a $-E$ z cinku do mědi přechází, tak že jeví potom cink pouze $+E$ a měď toliko $-E$. Za původ tohoto rozkladu elektriny v obou vodičích a pohybu $+E$ a $-E$ pokládají učenci zvláštní sílu *elektrobudičí*, pročež oba sdílejší elektriny, kteří dotýkáním se zelektrují, *elektrobudičí* se zovou.

Poněvadž $+E$ cinku a $-E$ mědi vespolek se přitahují, nahromadují se nejvíce v místech, kde oba kovy vespolek se dotýkají; ale poněvadž $+E$ a $-E$ vespolek se *nevyrovnávají*, nutno tvrditi, že *síla elektrobudičí* netoliko elektrinu rozkládá a $+E$ do cinku a $-E$ do mědi pučí, nýbrž že i opětnému smíšení se čili *vyrovnání se těchto obou elektrin nestejnorodých brání*.

122. Zákony napnutosti elektriny, buzené dotýkáním. Nestejnorodé elektriny, v obou elektrobudičích vznikající, poutají se vespolek jen v místě, ve kterém elektrobudičí se dotýkají,

na ostatní části povrchu elektrobudičův zůstává elektrina *volnou* a má tudíž jistou *hustotu* i *napnutost*, kteráž jest ovšem *menší*, pokud elektrobudiči se dotýkají, než když od sebe se vzdálí, kdež pak i poutaná část elektriny na obou budičích *se uvolňuje*.

Rozdíl napnutosti obou elektrin $+E$ a $-E$, které při dotýkání se elektrobudičův *volny* zůstávají, nazývá se *elektrická difference*. Rozdíl tento jest pak potud *stejný*, pokud zůstávají oba elektrobudiči *stejní*, i nemění se, ni když plochy, kterými budiči vespolek se dotýkají, se *zvětší* aneb *zmenší*, ni když oběma vespolek se dotýkajícím budičům elektrina z *venčí* se *sdělí*, ni když jeden z budičův se *zemi* se *spojí*, ni když oba elektrobudiči vespolek buď *přímo* se *dotýkají*, buď *jiným třetím vodičem* elektriny (drátem) aneb i více jinými vodiči *vespolek* jsou *spojeny*.

Kovy a některé jiné pevné elektrobudiče možno seřaditi tak, že dotýkají-li se dva z nich vespolek, stává se každý *předcházející* *kladně* a každý *následující* *záporně* elektrickým. Tato řada elektrobudičův zove se *řadou napnutosti* a tělesa v řadě té jmenovaná slovy elektrobudiči *prvního řádu*. Kapaliny a všechna jiná tělesa, jichž nelze do řady této vložit, nazývají se elektrobudiči *druhého řádu*.

Nejdůležitější členové řady napnutosti jsou: $+ \text{cink, olovo, cín, železo, měď, stříbro, zlato, platina a uhel} -$.

Elektrická difference jest tím větší, čím *vzdálenější* jsou elektrobudiči v řadě této od sebe, neboť rovná se difference dvou budičův této řady *součtu* difference všech členův, mezi oběma těmi budiči v řadě obsažených.

Měď, dotýkajíc se cinku, má $-E$, dotýkajíc se platiny, má $+E$; *cink* jest *kladně* elektrický, když dotýká se kteréhokoliv budiče v řadě jmenovaného, ale dotýká-li se *platiny*, jest rozdíl napnutosti volných elektrin č. elektrická difference *větší*, než když dotýká se cink *mědi*.

123. Jednoduchý řetěz Voltův. Dotýká-li se pevné tělo kapaliny, vzniká elektrina účinkem síly elektrobudičí v těle pevném i v kapalině. Ponoříme-li dva *rozličné* kovy aneb některý kov a uhel *současně* do též kapaliny, shledáme, že jest elektrická napnutost jejich *rozličná*; ten kov, na němž jest napnutost *větší*, jeví se na konci z kapaliny *vyčnívajícím záporně* elektrickým, druhý má na témž konci $+E$. Důležitější kovy a uhel lze v této příčině seřaditi takto: *cink, cín, olovo, železo, měď, stříbro, platina a uhel*. Jsou-li dva z těchto elektrobudičův ponořeni do *kyseliny sirkové*, vodou zředěné, aneb do *vodnaté kyseliny dusičné*, má elektrobudič, *předcházející* v této řadě, na konci z kapaliny *vyčnívajícím* $-E$ a budič *následující* na témž konci $+E$.

Spojení dvou elektrobudičův řádu prvního s jedním aneb dvěma elektrobudiči řádu druhého, t. j. s jednou aneb dvěma kapalinami, nazývá se *jednoduchým řetězem galvanickým*.

Jednoduchý řetěz Voltův skládá se ze tří článkův, totiž z *kyseliny sirkové*, vodou zředěné, do které částečně ponořeny jsou

deska cinková Z (obr. 112.) a deska měděná K , jež, *nikde vespolek se nedotýkajíce*, spojeny jsou jen kapalinou, tedy pouze na jednom konci, pročež řetěz takový *otevřeným* se zove. Jak bylo výše vyloženo, jeví se na hořejším, z kapaliny vyčnívajícísm konci mědi $+E$ a na témž konci cinku $-E$. Spojíme-li oba volné konce kovů č. *póly drátem pojivým* č. *polárným* (obr. 113.), jest řetěz

Obr. 112.



Obr. 113.



uzavřen a elektrická napnutost na pólech se ruší, poněvadž $+E$ mědi a $-E$ cinku *galvanickým proudem*, který polárným drátem a kapalinou prochází, vespolek se vyrovnávají, a sice proudí $+E$ od pólu kladného k pólu zápornému a od tohoto $-E$ k pólu kladnému.

Mimo kapalinu směřuje kladný proud z mědi k cinku a v kapalině z cinku k mědi. Jest tedy *měď* mimo kapalinu pólem kladným a v kapalině záporným, cink jest mimo kapalinu záporným a v kapalině kladným pólem.

Poněvadž silou elektrobudičí v hořejším volném konci cinku $-E$ a v témž konci mědi ustavičně $+E$ nahromaduje se tak dlouho, pokud tyto elektrobudiči kapaliny se dotýkají, jest proud v řetězu nepřetržitý.

Obr. 114.

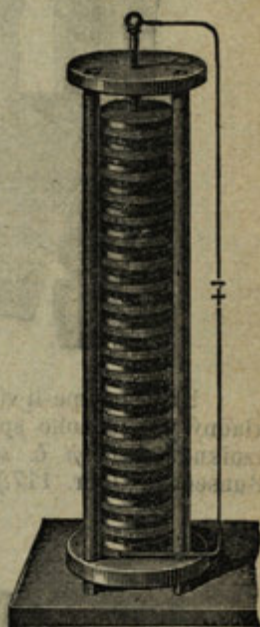


124. Složený řetěz Voltův. — Sloup Voltův. a) Spojíme-li více jednoduchých řetězů tak, aby cink Z každého předcházejícího spojen byl s mědi K každého následujícího (obr. 114.), zove se spojení takové *řetězem složeným* č. *souzdrojím* aneb *baterií galvanickou*. Volný konec mědi řetězu posledního jest pólem kladným a volný konec cinku řetězu prvního jest pólem záporným. Spojíme-li oba tyto póly drátem polárným, jest složený řetěz *uzavřen* i vzniká proud *silnější* než v řetězu jednoduchém, poněvadž

na obou krajních pólech elektrické napnutosti přibývá tou měrou, kterou přibývá počtu řetězů jednoduchých, v složený řetěz spojených.

b) *Voltův sloup* jest složený řetěz, poněkud jiným způsobem upravený, a skládá se z většího počtu kotoučů měděných a cinkových a z kotoučů plstěných neb vlněných, slanou neb nakyslou vodou navlhčených. Obyčejně bývá každý kotouč cinkový spájen s kotoučem měděným v jediný celek, tak zvaný *článek Voltův*. První článek položíme na desku skleněnou a ostatní klademe na sebe i sestavujeme z nich *sloup* mezi skleněnými tyčinkami tak, aby *cinkové* kotouče všech článkův *dolů* a *měděné* kotouče *nahoru* (neb i naopak) byly obráceny a aby vždy dva sousední články kotoučem, slanou neb nakyslou vodou navlhčeným, byly od sebe odděleny (obr. 115.). První kotouč cinkový jest pólem kladným a poslední kotouč měděný pólem záporným. Spojíme-li oba tyto póly drátem, probíhá jím proud tím silnější, čím více článkův sloup skládá, neboť přibývá napnutosti na obou pólech tou měrou, kterou přibývá počtu článkův.

Obr. 115.



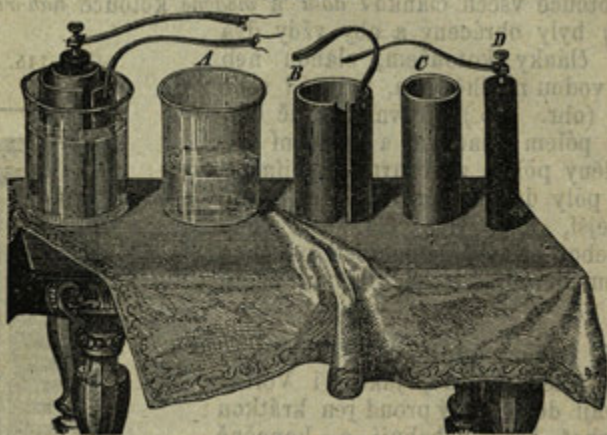
125. Řetězy stálé. a) Jednoduchý i složený řetěz Voltův, jakož i Voltův sloup dávají dosti silný proud jen krátkou dobu, neboť brzy ochabují a konečně téměř žádného účinku více nejeví. Z té příčiny sestrojeny jsou *řetězy stálé*, jichž proud po delší čas stejně silný zůstává. Rozeznáváme jich více druhův, z nichž důležitější jsou: řetěz *Daniellův*, *Robertsoův*, *Groveův* a *Bunsenův*, kteréž vesměs složeny jsou ze dvou elektrobudičův řádu prvního a dvou kapalin, z nichž jest jedna v nádobě skleněné a druhá v nádobě *průlinčité*, z nepolévané hlíny neb sádry zhotovené. Jedním z elektrobudičův řádu prvního jest u všech těchto řetězův cink druhým u řetězu *Daniellova* měď, u řetězu *Robertsova* železo, u *Groveova* platina a u *Bunsenova* uhel.

Aby docílilo se většího povrchu, bývá deska platinová ve tvaru písmene S zahnutá, měď, uhel a cink mívají tvar desk v dutý válec stočených a železo, mnohdy též cink mívá tvar sloupce o hvězdovitém průřezu příčném. Do jedné nádoby dává se u všech čtyř řetězův kyselina sirková, vodou silně zředěná, a do té staví se *cink*, který bývá *amalgamován*, t. j. rtutí povlečen, aby kyselina nemohla ho tak silně porušovati. Ve druhé nádobě

jest pak při mědi nasycený roztok skalice modré, při železe, platině a uhlí sehnaná kyselina dusičná.

Úpravu řetězu Bunsenova znázorňuje obr. 116. Do nádoby *A*, ve které jest kyselina sirková, vodou zředěná, stavi-se deska cinková *B*, válcovitě ohnutá, do válce cinkového pak nádoba průlincitá *C* s kyselinou dusičnou a do té dá se uhlí *D*. Spojí-li se kovové proužky, na cinkovou desku a na uhlí připájené aneb svorníkem připevněné, drátem polárným, jest řetěz uzavřen i vzniká galvanický proud stálý.

Obr. 116.



b) Sestavíme-li více jednoduchých řetězů stálých tak, aby vždy kladný pól jednoho spojen byl vodivě se záporným pólem druhého, vznikne souzdrojí č. složený řetěz aneb batterie Daniellova neb Bunsenova (obr. 117.) atd. Spojením všech pólů kladných ve-

Obr. 117.



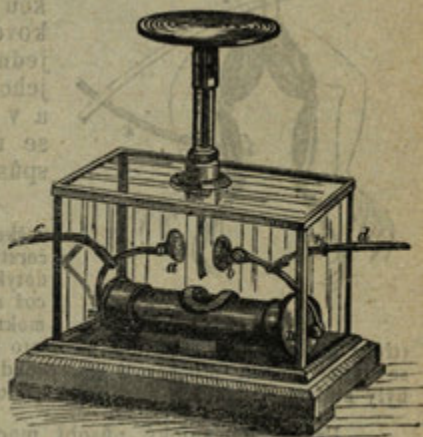
spolek a záporných vespolek povstává řetěz velkodeskový, jehož účinky jsou takové jako řetězu jednoduchého o deskách, jichž povrch rovná se součtu povrchů desk jednotlivých spolu spojených.

c) Řetěz *Smeeův* záleží v tenké vlnitě zprohybané desce stříbrné, jemně rozmělněnou černí platinovou povlečené, kteráž mezi dvěma silnými deskami cinkovými, vně spolu spojenými, tak jest zavěšena, aby nikde jich se nedotýkala. Desky jsou v nádobě společné, naplněné kyselinou sirkovou, vodou zředěnou.

Při *baterii Smeeově* jsou desky kovové zavěšeny v rámci dřevěném tak, že mohou současně všechny do nádob s kapalinou se spustiti aneb z nich se vytáhnouti.

126. Zambonský sloup skládá se z kotoučkův z nepraveho zlatého (měděného) a stříbrného (cínového) papíru, jichž stlačí se na sebe 500—2000 ve skleněné, uvnitř pokostem potřené trubici tak, aby sloup skládaly a aby všechny zlaté k jednomu a všechny stříbrné ke druhému konci trubice obráceny byly. Papír, který vždy poněkud vlhký zůstává, slouží k rozvádění volné elektřiny jako vlhké kotouče plstěné sloupu Voltova. Na krajním kotoučku stříbrném (cínovém) jeví se pak po delší čas (po několik let) volná elektřina kladná a na krajním kotoučku zlatém (měděném) na druhém konci jest volná elektřina záporná. Oba krajní kotoučky jsou tudíž póly sloupu.

Obr. 118.



Bohnenbergerův elektrojev liší se od obecného elektrojevu pozlátkového (odst.

110.) tím, že má pouze jednu proužku pozlátká, zavěšenu mezi dvěma plátky *a b* (obr. 118.), které spojeny jsou drátem s oběma póly *m* a *n* sloupu Zambonského, vodorovně položeného. Nevodivými tyčinkami *c d* možno plátky dle potřeby pozlátku sblížiti aneb od něho je vzdáliti.

Je-li proužka pozlátká zealktrována, přitahuje ji plátek, mající elektřinu *n stejnorodou*, druhý pak, mající elektřinu *stejnorodou*, ji odpuzuje, tak že proužka k jednomu plátku nachýlí se i tenkrát, když jest *velmi slabě* zealktrována, pročež elektrojev Bohnenbergerův velmi citliv jest a hodí se zvláště za *hustič* (odst. 116.), i ku základné zkoušce Voltově (odst. 121.), kdež potřebí pouze kotouč cinkový aneb měděný přímo s drátem elektrojevu spojití a druhý, skleněnou rukovětí opatřený, na něj položití a ihned kolmo zdvihnouti. Mimo to možno ihned posouditi, jakou elektřinu má proužka pozlátká, známo-li,

který z plátků *a* a *b* spojen s pólem kladným a který s pólem záporným sloupu Zambonského.

Zavěsíme-li *kedělvncu* nití mezi plátky *a* a *b* lehoučkový kovový kroužek a sblížíme-li jej plátku *a*, přitáhne jej tento, sdělí mu své elektriny, načež jej odpuzuje, druhý plátek *b* jej pak přitáhne, a když nestejnorodé elektriny byly se vyrovnaly, sdělí mu své elektriny a odpuzuje jej, pročež opět *a* jej přitahuje. Kroužek musí tudíž neustále od jednoho plátku ke druhému se pohybovati č. se kývati, pročež přístroj takový elektrickým *kyvadlem* aneb elektrickým *samohybem* (*perpetuum mobile*) se nazývá.

b) *Fysiologické a chemické účinky proudu galvanického.*

127. *Fysiologické účinky galvanického proudu.* a)

Zkouška galvanická. Obr. 119. ukazuje zadní část těla žáby. S nohou jest kůže svlečena a poslední dva neb tři obratle jsou z páteře vyňaty, aby odkryly se dva do

Obr. 119.



nohou vblíhající svazky nervů *n*. Dotkneme-li se nervů *n* proužkou cinkovou *z* a svalův nohy *f* proužkou měděnou *k* a dotýká-li se obě kovové proužky vespolek, vzniká jednoduchý uzavřený řetěz Voltův, jehož proud svaly a nervy probíhá a v každém okamžiku, kdykoliv řetěz se uzavře neb otevře, silně trháni působuje.

Podobné trháni sebou svalův jeví veškeré oudy živočišné, pokud jsou ještě čerstvé. Pijavice se smrštuje a roztahuje, dotýká-li se dvou kovův vespolek spojených, což nejlépe můžeme pozorovati, když na mokrou desku kovou položíme kotouček (třeba peníz) z jiného kovu a na tento pijavici; čerstvý zvířecí jazyk stahuje se velmi mocně, prochází-li jím proud galvanický; i na mrtvolách lidských byly zvláště od lékařův anglických podobné zkoušky konány.

Proud galvanický působí mocně též v čidla. Dotkneme-li se jedním koncem polárního drátu zavřeného víčka očního a druhým tváře, zasvitne se v oku; vložíme-li konce polárního drátu do uší, uslyšíme zvláštní hučení; na jazyku zplozuje pól kladný chuť kyselou, záporný chuť žíravou; v nose způsobuje pól kladný necitelnost, záporný kýchání atd.

b) *Rány elektrické.* Navlhčíme-li u každé ruky jeden prst vodou slanou nebo nakyslou, aby byla kůže lépe vodivou, a dotkneme-li se jedním prstem pólu kladného a druhým pólu záporného sloupu Voltova, asi z 50 článkův složeného, ucítíme *okamžité otřesení* t. j. *ránu elektrickou*, která jest tím silnější, čím více jednotlivých článkův v sloup jest spojeno. V okamžiku, kde prsty obou pólův se dotýkati přestanou, ucítíme opět *ránu elektrickou*, kteráž jest *silnější* než při uzavření sloupu. Pokud jest sloup

tělem lidským uzavřen, nevzbuzuje žádného pocitu, vyjímaje pouze proud *velmi silný*, který v místech, kde do těla vchází, palčivost způsobuje.

Mají-li elektrické rány rychle za sebou následovati, třeba, aby sloup (nebo batterie) rychle se uzavíral a otevíral, čehož možno docílití nejjednodušším způsobem, klepáme-li rychle

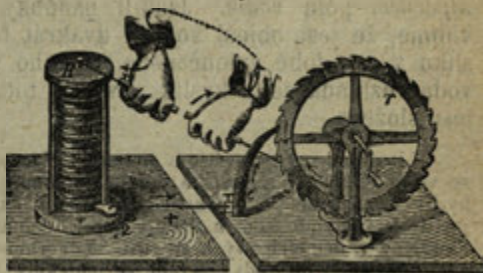
praty na oba póly, kovovými kulemi nebo válci ukončené. K rychlému přerušování proudu užívá se často zvláštních přístrojův, z nichž zobecnělo kolečko Neefovo, t. j. ozubené kolečko měděné *r* (obr. 120.), které pomocí proužky *e* s jedním pólem sloupu

Voltova spojeno jest a klikou okolo osy rychle se otáčí, čímž proužka hned zubu kolečka se dotýká, hned opět vzduchem s jednoho zubu na druhý přeskakuje, tak že proud rychle se přerušuje. Šipkami naznačen jest směr proudu kladného, který, jak z obrazce patrné, z dolní desky cinkové drátem do proužky *e* a z této, když zub kolečka se dotýká, do kolečka a do osy jeho přechází, odkudž jednou rukou do těla vchází a proběhnuv je druhou rukou k pólu zápornému, totiž ke svrchní měděné desce sloupu směřuje. Při každém přeskoce proužky *e* s jednoho zubu na druhý jest proud přerušen. — Kolečko Neefovo možno nahraditi pilníkem, který s jedním pólem řetězu drátem se spojí a po kterém posouváme rychle váleček špičkou opatřený, jež v jedné ruce držíme, majíce v ruce druhé váleček jiný, s druhým pólem řetězu drátem spojený. — Aby ruce lépe elektrinu vodily, navlhčíme je před zkouškou v slané nebo nakyslé vodě.

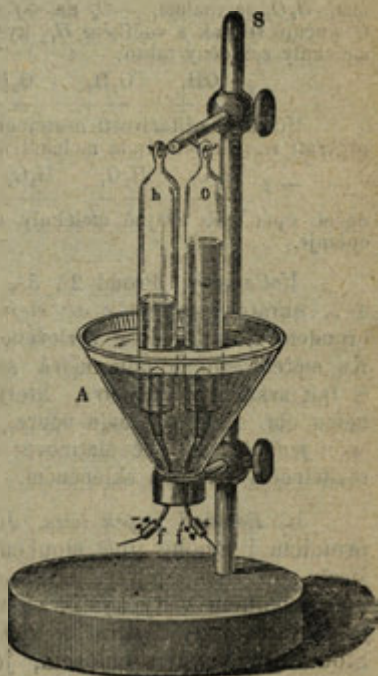
Fysiologických účinků proudu užívá se v době novější v lékařství ku křísení zdánlivě mrtvých, jakož i k jiným účelům.

128. Chemické účinky galvanického proudu. a) *Rozklad vody.* Spojíme-li drát *f* (obr. 121.), v malou platinovou desku vybíhající, s pólem kladným a druhý drát *f*, taktéž platinovou deskou ukončený, s pólem záporným silného řetězu aneb bat-

Obr. 120.

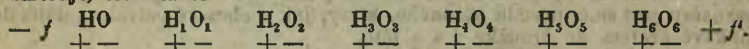


Obr. 121.

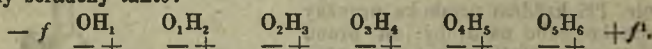


terie, naplníme-li nádobu *A* jakož i obě na platinové desky přiklopené nádoby *h* a *o* vodou, do které něco kyseliny sirkové přidáno, aby elektřinu lépe vodila, tož prochází vodou galvanický proud, i uvidíme, že na obou platinových deskách vylučují se z vody plyny, jež, co bublinky vzhůru stoupajíce, v nádobkách *h* a *o* se nashromáždí. Skoumajíce vlastnosti obou vyloučených plynův shledáváme, že na pólu *kladném* v nádobce *o* vylučuje se *kyslík* a v nádobce *h* na *záporném* pólu *vodík*. Jsou-li nádoby ve stejné díly rozděleny, vidíme, že jest objem vodíku dvakrát tak veliký, jako objem kyslíku v též době vyloučeného. Z toho patrně, že účinkem proudu voda rozkládá se v kyslík a vodík, totiž v ony dva prvky, z nichž jest složena.

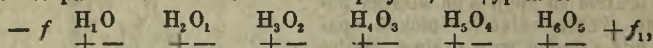
Rozklad vody vysvětluje se takto: V každé nejmenší částici vody dotýkají se vespolek *kyslík* a *vodík* a dotýkáním tímto stává se vodík *H* kladně (+) a kyslík *O* záporně (−) elektrickým. Elektřina kyslíku a vodíku nemůže však jeviti se, pokud jsou molekuly nepravidelně rozloženy, neboť obě protivné elektřiny v účincích svých se ruší. Ponoříme-li však oba póly batterie $+f'$ a $-f$ (obr. 121.) do vody, seřadí se molekuly vody mezi oběma póly tak, že + elektrický vodík *k* − elektr. pólu *f* a − elektr. kyslík *ku* + elektr. pólu *f'* směřuje, totiž takto:



Pól $-f$ přitahuje $+H$ a odpuzuje $-O$, čímž *HO* se rozloží, $+H$ na $-f$ se osadí a $-O$ se uvolní; taktéž přitahuje pól $+f$ $-O_6$ a odpuzuje $+H_6$, čímž H_6O_6 se rozloží, $-O_6$ na $+f$ se osadí a $+H_6$ se uvolní. Volný kyslík *O* slučuje se pak s vodíkem H_1 , kyslík O_1 s vodíkem H_2 atd., tak že objeví se molekuly seřádné takto:



Účinkem přitažlivosti nestejnorodých a odpudivosti stejnorodých elektřin převrátí se pak celá řada molekul mezi póly $-f$ a $+f_1$ takto:



načež opět obě krajné molekuly vody se rozkládají a vše jako zprvu se opětuje.

Voltametr. Proud 2-, 3-, 4-... nkrát silnější rozkládá 2-, 3-, 4-... nkrát více vody za stejnou dobu. Z množství vody, jež bylo proudem v určité době rozloženo, můžeme tudíž sílu proudu posouditi. Ku měření síly proudu užívá se *chemického proudoměru* Faradayaova č. tak zvaného *voltamtru*, který podobá se úplně přístroji, znázorněnému obr. 121., vyjímaje ponze, že oba plyny, kyslík a vodík, jtmají se v *jediném*, na obě platinové desky přiklopeném, a ve stejné díly rozděleném příklopu skleněném.

b) *Rozklad jiných těles.* Jako voda rozkládají se galvanickým proudem i mnohé jiné sloučeniny chemické, jmenovitě *kysličnány kovův*, jež rozkládají se tak, že na pólu záporném vždy kov a na pólu kladném vždy kyslík se vylučuje, z čehož souditi nutno, že jest kyslík vždy *záporně* a kov s ním sloučený *kladně* elektrickým. Sloučeniny kovů s chlórem, jódem a brómem rozkládají se jako

kysličníky kovův; vylučuje se totiž kov vždy na pólu záporném a chlór, jód neb bróm na pólu kladném.

Rozkládá-li se proudem *sil*, vylučuje se kyselina na pólu kladném a zásada na pólu záporném, jest tudíž kyselina *záporné* a zásada *kladně* elektrickou.

Rozklad soli možno jednoduchým způsobem znázorniti. Zbarvíme-li roztok Glauberovy soli (síranu sodnatého $NaO.SO_3$) modrou barvou rostlinnou (fialkovou) na modro a rozkládáme-li roztok proudem, jeví se kapalina na pólu kladném *červená* a na pólu záporném *zelená*, což důkazem, že na pólu kladném kyselina (kyselina sirková SO_2) a na pólu záporném zásada (kysličník sodnatý NaO) se vylučuje.

Má-li tělo proudem se rozložiti, musí býti dobrým vodičem elektriny; pevná tělesa musí tudíž buď se roztopiti, buď v kapalině se rozpustiti. — Rozkládání těles proudem galvanickým možno vyložiti podobným způsobem jako výše vysvětlen byl rozklad vody.

Proudem galvanickým rozloženy byly mnohé sloučeniny chemické, které až po tu dobu za prvky se pokládaly.

129. Chemická činnost proudu v řetězech galvanických.

a) V řetězu *Voltově* (odst. 123.) rozkládá se proudem voda, kterou byla kyselina sirková zředěna, ve vodík a kyslík; *kladně* elektrický vodík osazuje se na *záporném* pólu, totiž na mědi, *záporně* elektrický kyslík osazuje se na pólu *kladném*, totiž na cinku, s nímž slučuje se v kysličník cinečnatý, který s kyselinou sirkovou dává síran cinečnatý, jenž ve vodě se roztéká a proudem opět se rozkládá, načež osazuje se záporně elektrická kyselina sirková na cinku a kladně elektrický kysličník cinečnatý na mědi, kdež kyslík s vodíkem z vody tam vyloučeným ve vodu se slučuje, pročež cink z kysličníku vyloučený na mědi se osazuje a ji pokrývá. Osazováním se vodíku přestává deska měděná hned s počátku kapaliny se dotýkati, pozdějším osazováním se cinku zamezuje se toto dotýkání se mědi a vody v míře čím dále tím větší, pročež proud čím dále tím více ochabuje, a když měděná deska cinkem byla se pokryla, působiti přestává.

b) V řetězu *Daniellově* (odst. 125.) prochází proud průlinkami nádoby hlíněné, poněvadž kapalina průlinky tyto vyplňuje; síran cinečnatý, který na cinku byl se utvořil, rozkládá se sice proudem, ale kysličník cinečnatý, z něho vyloučený, nemůže průlinkami nádoby ku mědi proniknouti. Síran měďnatý rozkládá se proudem v kyselinu sirkovou a kysličník měďnatý, který na mědi se osazuje, kdež kyslík s vodíkem se slučuje a vyloučená čistá měď desku měděnou pokrývá. V řetězu *Daniellově* jest tudíž proud potud stálý, pokud zůstává roztok modré skalice nasycen.

c) V řetězu *Groveově* a *Bunsenově* (odst. 125.) zůstává taktéž síran cinečnatý při cinku, vodík na platině a uhlu vyloučený slučuje se pak s částí kyslíku kyseliny dusičné, čímž vzniká voda a kyselina dusičelá, která v parách uniká, pročež platina i uhel zůstávají vodíkem nepokryty.

d) V řetězu *Smeeově* (odst. 125.) brání drsný povrch černí platinové osazování se vodíku na desce stříbrné.

130. Užívání chemických účinkův proudu galvanického. Jak bylo výše vyloženo, osazuje se kov, z příslušné sloučeniny proudem řetězu vyloučený, vždy na záporném pólu galvanického řetězu. Tohoto účinku proudu užívá se výhodně k rozmanitým účelům, jmenovitě ku hotovení odlik rytin, penězů, medailí, pečeti, pamětních desk, sošek a jiných ozdobných věcí, matic tiskařského písma atd., jakož i ku povlékání předmětů tenkou vrstvou kovu, z příslušné sloučeniny jeho proudem vyloučeného.

a) *Galvanoplastika* č. *galvanické odlikování* zakládá se v tom, že v řetězu Daniellově pokrývá se deska měděná za nějaký čas mědí tak úplně, že vzniká nová deska měděná, kterou můžeme s desky prvotní sloupnouti. Má-li deska prvotní zvýšeniny a prohlubiny, objevuje se na desce, která na ní byla se usadila, odlika jejich *obrácená* č. *negativní*, t. j. zvýšeniny jsou prohlubeny a prohlubiny zvýšeny. Použijeme-li pak této negativní odliky co pólu záporného, vytvoří se na ní z mědi nová odlika *pozitivní*, která desce prvotní zcela se podobá.

Jednoduchý přístroj galvanoplastický má úpravu řetězu Daniellova a skládá se ze skleněné nádoby *A* (obr. 122.), do které zavěsí se kratší a užší válec skleněný *B*, ovázaný na spodu kusem navlhčeného měchýře, který válci co dno slouží. Do nádoby *A* dává se roztok modré skalice a do nádoby *B* kyselina sirková, vodou zředěná. Do roztoku modré skalice dá se měděná



deska *C*, na kterou upevní se peníz aneb jiný předmět, jehož odliky chceme nabyti, a do zředěné kyseliny sirkové dá se deska cinková *D*. Dráty *E* a *F*, z nichž jeden spojen s mědí *C* a druhý s cinkem *D*, spojí se svorníčkem *G* vespolek, načež, když takto řetěz jest uzavřen, proud chemickou činnost svou započne. — K odlikování větších předmětů slouží na místě nádob skleněných větší dřevěné nádoby, povlečené uvnitř guttaperčou neb olovem, asfaltem potřeným, z nichž menší, ve druhé zavěšená, má taktéž dno průlinčité; dráty *E* a *F* (obr. 122.) jsou pak opět spojeny vespolek svorníčkem *G*.

Užívá-li se ku galvanickému odlikování proudu řetězu Daniellova, naplní se dřevěný, olovenými deskami uvnitř pokrytý a vysmolený truhlík nasyceným roztokem skalice modré, do které zavěsí se dvě desky měděné naproti sobě. Na jednu desku upevní se předmět, který chceme odlikovati a tato deska se spojí se záporným pólem řetězu Daniellova, druhá deska jest pak spojena s kladným pólem téhož řetězu.

Chceme-li nabyti odliky zdařilé, musíme šetřiti následujících pravidel:

1. Roztok modré skalice musí býti vždy nasycen, pročež musíme po čase vždy skalice do roztoku přidávati.

2. Měď musí se osazovati na předmětu jen pozvolna, neboť čím rychleji měď na pólu záporném se sráží, tím hrubší zrnatější a křehčí jest. Aby měď pozvolna se osazovala, musí býti proud *slabý*.

3. Aby měď vůde rovnoměrně se osazovala, musíme předmět čas od času obracet a desku, na které předmět jest připevněn, dle tvaru předmětu upravit.

4. Předmět, který má se odlikovati, musí býti na povrchu docela čistý a za tou příčinou ob čas z přístroje se vyndává a oplachuje.

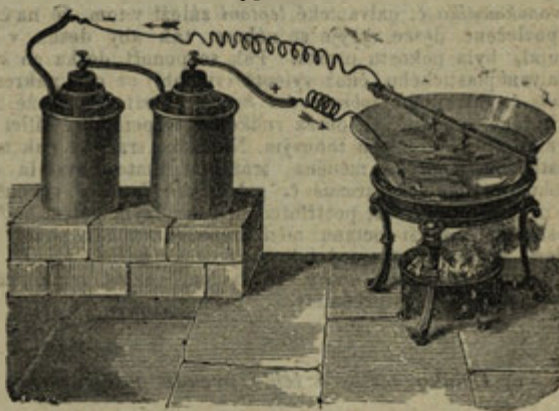
5. Aby osazená odlika snáze mohla s předmětu se sloupnouti, potře se předmět slabě olivovým olejem, načež měkkým pijavým papírem se osuší.

6. Místa, na kterých nemá měď se osaditi, pokryjí se voskem, stearinem aneb jiným špatným sdílečem elektřiny.

7. Aby práce se ušetřilo a předmět, který odlikujeme, pohromy se uchránil, dělají se negativní odliky z vosku, stearinu neb guttaperčy, kteréž vkládají se do přístroje na místě předmětu, čímž nabýváme pak přímo měděných odlik pozitivních. Nejlépe hodí se k odlikám negativním guttaperča a k odlikám jemných předmětů směs z guttaperčy, stearinu, obuvnické směly a oleje. Aby na takové negativné odlice měď se osazovala, musí býti na povrchu vodivou, ku kterémuž cíli potřá se jemnou štětičkou rozmělněným práškem tuhovým aneb povléká se velmi jemnou vrstvou stříbra, čehož docílíme, potřeme-li odliku roztokem dusičnanu stříbrnatého a ostavíme-li ji pak proudem sirovodíku, kterým stříbro z roztoku se poráží a na povrchu odliky se osazuje.

8. Z penězův a medailií hotoví se dvě odliky (líc a rub), které pak se spájí a na pájce osazuje se opět měď. Taktéž dělají se odliky větších předmětů v několika oddílech, kteréž pak se spájí.

Obr. 123.



b) *Galvanické pokovování*, t. j. povlékání předmětů tenkou vrstvou kovu, ku př. zlata, stříbra, platiny (*galvanické pozlacování, postříbřování, poplatinování*) atd., zakládá se ve vylučování se kovu z příslušné sloučeniny na pólu záporném právě tak jako galvanoplastika.

Ku pokovování bývají přístroje obyčejně tak upraveny, aby kapaliny, z nichž kov má se vylučovati, mohly se zahřívati. Obr. 123. znázorňuje takový přístroj s příslušnými dvěma řetězy galvanickými. V nádobě, která zdola se zahřívá, jest roztok, z něhož kov se vylučuje. Do roztoku ponořen jest drát s plátkem z téhož kovu, který proudem se vylučuje, a drát tento spojuje se s kladným pólem řetězu; záporný pól řetězu spojen jest s drátem na pokrajích nádoby spočívajícím, na který zavěšuje se do roztoku drátkem z téhož kovu, který se vylučuje, předmět, jež chceme kovem povléknouti.

Ku *poz'acování* brává se 1 díl chlórídu zlatnatého, 8 dílů kyanidu draselnatého a 100 dílů čisté vody. Ku *postříbřování* slouží 1 díl chlórídu stříbrna-

tého, 6 dílů kyanidu draselnatého a 100 dílů čisté vody. — Ku *poplatinování* užívá se 1 dílu kyanidu platinatého, 10 dílů krevné soli a 100 dílů čisté vody. — Použijeme-li příslušných kapalin, můžeme předměty též poměďovati, pocinkovati, pocínkovati atd.

Než předmět do přístroje se vloží, musí býti dokonale očištěn; předměty železné a ocelové, mají-li se pozlacovati, povlékají se nejprve galvanoplasticky mědí. Předměty ze špatných sdílečů elektriny zhotovené taktéž způsobem výše vytknutým nejprve mědí se povlékají a pak teprv postříbřují neb pozlacují.

Má-li se postříbřiti neb pozlatiti pohár aneb jiný předmět pouze uvnitř, ovine se drát s pólem záporným spojený vně okolo poháru, do poháru dá se pak kapalina postříbřovací neb pozlacovací, do níž ponoří se drát, spojený s pólem kladným, tak aby nikde poháru se nedotýkal. — Menší předměty pozlacují a postříbřují se, vložíme-li je do kapaliny, která asi k 60°C se zahřála a do které něco kuchyňské soli bylo přidáno, a dotýkáme-li se jich cinkovou tyčinkou. — Velmi tenkou vrstvou kovu povléká se předmět, když do příslušné kapaliny se ponoří. Vylučujeť se totiž z roztoku ku př. zlato a osazuje se na předmětu a místo vyloučeného zlata zaujímá pak v kapalině kov, z něhož předmět jest zhotoven.

c) Chemických účinkův proudu užívá se též ku *galvanokaustice*, *galvanografii* a *galvanochromii*.

Galvanokaustika č. galvanické leptání záleží v tom, že na čisté, měděné, pokostem povlečené desce vyryje se nákres, tak aby deska v místech, jež nákres zaujal, byla pokostu prosta. Pak se ponoří deska co *kladný* pól do přístroje galvanoplastického, čímž vyleptá (vyhlubí) se celý nákres v desce. — *Galvanografie* č. galvanické zobrazování kresby záleží v tom, že na desce měděné, postříbřené vymaluje se obraz rudkou v terpentínové silici rozpuštěnou, načež potře se obraz práškem tuhovým. Na desce sráží se pak měď v přístroji galvanoplastickém a deska měděná srážením tímto povstala se sloupne a slouží k tisku. — *Galvanochromie* č. galvanické barvení vykonává se v ten způsob, že na desku měděnou, postříbřenou, s kladným pólem řetězu spojenou, nalije se asi na 2''' zvýší octanu mědnatého, do něhož ponoří se platinový drát, s pólem záporným spojený tak, aby desky se nedotýkal. Kolem drátu vytvoří se pak *pěkně barevné kruhy*, rozkladem octanu vznikající. Tak barví se i zvonky, poháry a jiné předměty.

c) *Účinky světla a tepla proudu galvanického.*

131. Galvanické světlo a teplo s ním spojené. Kdykoliv řetěz galvanický uzavíráme neb otevíráme, objevuje se v místě, kde řetěz se uzavírá neb otevírá, malá *jiskra*, tím *jasnější*, čím čistší jest polární drát v místě, kde proud se uzavírá neb se přerušuje. Je-li jeden drát polární ponořen do rtuti a ponořujeme-li druhý do ní, jeví se jiskra velmi jasnou, poněvadž rtuť proudem se spaluje.

Účinky světla i tepla jsou tím mocnější, čím větší jest povrch kovových desk galvanického řetězu. Aby docílilo se většího povrchu, spojuje se k tomuto účeli několik jednoduchých řetězů galvanických v ten způsob, že jsou spojeny všechny kladné póly vespolek a taktéž všechny záporné póly vespolek, čímž vzniká tak zvaný *řetěz velkodeskový*.

Vedeme-li od obou pólů silného řetězu velkodeskového, ze mnohých řetězů Bunsenových neb Groveových složeného, dráty, ukončené kuželi z uhlí neb koku a postavíme-li kužele špičkami naproti sobě, až se dotknou, načež je opět poněnáhu od sebe vzdalujeme, tož objeví se, pokud jsou si špičky sblíženy, mezi nimi *světlý oblouk nad míru jasný*, oslňující, složený ze světla žhavicích částecek uhlu, které od jednoho pólu ke druhému přecházejí. Při tom rozpaluje se uhlí až do běla a ve světlém oblouku taje a vypařuje se zlato, stříbro, ano i platina v kratičké době.

Světa galvanického užívá se k nápodobení slunce na divadle, ku zkouškám optickým a k osvětlování krajin podmořských (poněvadž i ve vodě, kteráž při tom silně se rozkládá, z obou kuželů světlo se íne.) K osvětlování ulic a majákv nehodí se světlo galvanické, ac jest nad míru silné, neboť ve vzdálenosti ubývá mu jasnosti velmi značně. V Londýně a v Paříži užívalo se světla tohoto při stavbách v noci. — Poněvadž uhel se spaluje, musí zvláštními přístroji špičky uhlu přibližovati se k sobě tou měrou, kterou jich ubývá, aby zůstaly od sebe vždy v příslušné vzdálenosti, ve které jest světlo nejjasnější.

132. Galvanické teplo a světlo s ním spojené. Spojíme-li póly galvanického řetězu *tenkým, krátkým* drátem *železným*, neb *velmi krátkým a velmi tenkým* drátem *platinovým*, rozžhaví se drát brzy *do běla a spaluje neb roztápí se*. Řetězem velkodeskovým rozžhaví se i silnější drát *platinový* a vypařují se *teninké lístky zlaté neb stříbrné*.

Tenkých železných drátů, proudem galvanickým rozžhavených, užívá se s prospěchem k zapalování prachu střelného v nábojích, kterými skály i pod vodou se trhají. — Tenkých drátů platinových proudem rozžhavených užívají ranhojčí k odnímání chorobných částí těla. Drát přiloží se ku části, která má se odejmouti, ve způsobě oka neb nože, načež jím proud se propustí a žhoucí oko se zatáhne aneb co nůž tak protáhne, jako činívá to mydlář při řezání mýdla drátem. Výhody tohoto způsobu operativného jsou značné, neboť provádí se odnímání chorobných částí rychle i tam, kam jiným nástrojům nelze přistoupiti (ku př. v krku), a zamezuje se zároveň i krvácení.

d) Magnetické účinky proudu galvanického.

1. Působení proudu v magnet.

133. Odchylna magnetky účinkem proudu galvanického. a) V roce 1820 pozoroval *Oersted*, profesor v Kadani, že magnetka ze směru svého, totiž z magnetického poledníku se odchylnuje, když sblíží se drátu, kterým galvanický proud prochází.

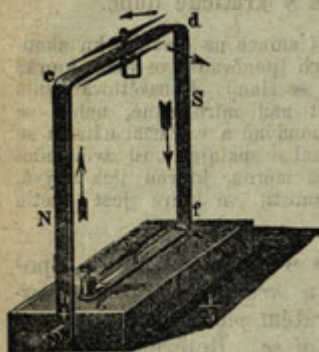
Prochází-li proud měděnou páskou *bcdfg* (obr. 124.), u *b* s kladným a u *g* se záporným pólem galvanického řetězu spojenou a plochou svou v magnetickém poledníku postavenou, a zavěsíme-li blíže pásky magnetku, ku př. nad aneb pod část *cd* aneb nad část *fg*, tož odchýlí se magnetka z magnetického poledníku, ve kterém by účinkem magne-

tičnosti zemské měla setrvati, při oběhém proudu vždy v jistém směru, který spravuje se směrem proudu a polohou magnetky.

b) Směr, kterým magnetka v každém jednotlivém případě účinkem proudu z poledníku magnetického se odchyluje, můžeme stanovit nejsnáze dle pravidla *Ampérea* :

Mysleme-li si sebe samy plovoucí v proudu tak, aby proud od nohou ku hlavě směřoval a abychom obličejem obráceni byli ku magnetce, tož odchýlí se vždy severní pól její k levici a jižní pól ku pravici naší.

Obr. 124.



Na obr. 124. značí veliké šipky směr proudu a menší šipky směr, kterým jižní pól magnetky z poledníku magnetického se odchyluje.

c) Nalézá-li se nad aneb pod drátem magnetka volná (astatická) v poloze s drátem rovnoběžné, tož postaví se ihned, jakmile drátem galvanický proud procházeti počíná, do polohy na směr drátu téměř kolmé.

Obě magnetky, které magnetku volnou skládají (odst. 103.) musí být delší osou spolu spojeny, tak aby pouze jedna magnetka drátu byla sblížena, druhá pak od něho dosti vzdálena. Na magnetku bližší působí pak proud silně, druhou magnetku snaží se proud vyšinouti protivným sice směrem ale silou nepatrnou.

Není-li magnetka volnou, působí v ni magnetičnost zemská, která snaží se, aby udržela ji v poledníku magnetickém, a proud, který chce postaviti ji do polohy na směr magnetického poledníku kolmé, pročež magnetka účinkem obou sil do polohy střední se staví a se směrem poledníku magnetického jistý úhel svírá, který úhlu pravému tím více se sblíží, čím silnější jest proud, t. j. čím více převládá působení proudu nad působením magnetičnosti zemské.

d) Působení proudu v magnet nezáleží tedy, jak patrné, ni v přitahování, ni v odpuzování, nýbrž pouze v odchylování se pólu severního v levo a pólu jižního v pravo (plavce v proudu tak plovoucího, jak výše vyloženo) z té roviny, kterou myslíme si položenou pólem magnetu a vodičem, jímž proud prochází.

134. Proudovej a proudoměr. — Odpor vodičův. a) Pomocí magnetky, kolem které drát s póly řetězu spojený a od magnetky nepatrně vzdálený se vede, možno určití netoliko, zdaž drátem proud prochází, nýbrž i jaký jest směr proudu toho, pročež přístroj tak upravený *proudovej* (galvanoskop, rheoskop) se nazývá. Proudovej tak upravený, aby úhlem, který magnetka, z poledníku magnetického se odchýlivši, se směrem poledníku tohoto svírá,

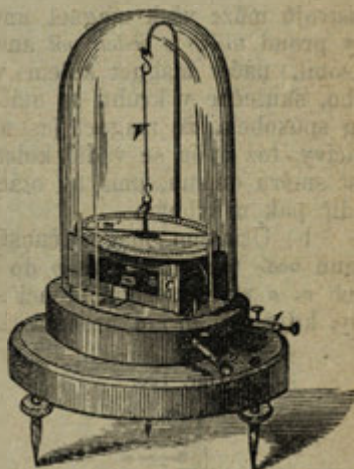
mobla měřiti se mocnost proudu, slouží co *proudoměr* (galvanometr, rheometr).

Myslíme-li si magnetku zavěšenou u prostřed čtverbranu *bcdfg* (obr. 124.), tož vyšínují dle pravidla Ampéreeva všechny čtyři části pásky *bc*, *cd*, *df*, a *fg* magnetku týmž směrem z polohy její (z poledníku magnetického), pročez účinek proudu páskou takovou, *kolem* magnetky vedenou, značně se sesiluje.

Aby i slabý proud mohl v magnetku působiti, vede se drát hedbávím opředený v závitěch co možná úzkých několikrát okolo magnetky, čímž účinek proudu téměř tolikrát se zvětší, v koliku závitěch drát kolem magnetky byl ovinut. Poněvadž přístrojem takovým účinek proudu téměř se násobí, zove se přístroj ten *multiplikátor* (násobitel, množitel).

Obr. 125. znázorňuje multiplikátor s magnetkou *téměř volnou*, t. j. ze dvou magnetek *téměř stejně silně* magnetických složenou, na hedbávném vlákně *V* zavěšenou. Magnetka dolejší *m* jest u prostřed závitův drátu hedbávím opředeného, na dřevěné cívce *c* navinutého; magnetka *hořejší m'* slouží co ukazovatel a naznačuje na obvodu vodovného kotouče, ve stupně rozděleného, velikost úhlu, kterým magnetka z poledníku magnetického účinkem proudu se vyšínula. Počet závitův drátu jest obmezen a přístroj musí postaviti se vždy tak, aby závitův byly s magnetkou rovnoběžny, načež teprv oba konce drátu, ve sloupcích 1 a 2 upevněné, s póly řetězu se spojí. Jsou-li magnetky *m* a *m'* téměř stejně silně magnetické, působí magnetičnosť zemská v magnetky silou nepatrnou, pročez i slabým proudem magnetky z poledníku magnetického v úhlu dosti velikém se vyšínují. Dle pravidla Ampéreeva působí proud v hořejších závitěch drátu v obě magnetky týmž směrem. Úplně volnou nesmí býti magnetka multiplikátoru, neboť by se odchylovala účinkem každého proudu z poledníku magnetického v úhlu 90°.

Obr. 125.



Zuámo-li, jakým směrem drát na cívce multiplikátoru jest navinut, možno z odchyvky magnetky k východu neb k západu určití směr proudu dle zákona Ampéreeva. Multiplikátor slouží toliko co *proudojev*; ku měření *mocnosti* č. *silly* proudu užívá se *proudoměři* poněkud jinak upravených, a sice *proudoměru sinusového* a *tangentového* (*bussoly sinusové* a *tangentové*).

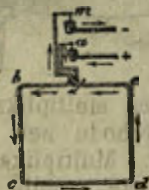
b) *Prodloužíme-li* pojivý (polární) drát řetězu, odchyluje se magnetka *proudojevu* neb *proudoměru* v úhlu *menším*, z čehož patrnó, že proud *prodloužením* drátu *polárního* se *oslabuje*; *skrátíme-li* drát *polární*, jeví se proud *silnějším*. Z toho patrnó, že *seslabuje* se proud v tělese, kterým prochází, což vykládá se tím, že tělesa *rozvádění* proudu *odporují*. Čím větší jest odpor vodiče, tím více

zmenšuje se mocnost i rychlost proudu, vodičem tím procházejícího. Pomocí proudoměrů shledáno, že jest odpor rozličných vodičů rozličný a v kapalinách vůbec větší, než v tělesech pevných. Zvýšením teploty odporu v kapalinách *ubývá*, v tělesech pevných však *přibývá*. Zůstává-li hmota i teplota vodiče stejnou, přibývá odporu tou měrou, kterou *přibývá délky* neb kterou *ubývá tloušťky* vodiče.

135. Vzájemné působení proudu v hybný magnet a magnetu v hybného vodiče proudu. a) Jak bylo v předcházejícím odstavci vyloženo, odchyluje se účinkem galvanického proudu severní pól hybného magnetu dle pravidla Ampérea vždy k levé ruce plavce. Obrací-li se plavec vždy opět obličejem k severnímu pólu, tož patrně, že bude pól ten míti snahu, aby *otáčel se v kruhu okolo vodiče směrem s pravé strany na levo*. Jižní pól jeví však snahu, aby otáčel se účinkem síly stejně veliké v kruhu směrem *protivným*, t. j. *s levé strany v pravo*, pročež magnet ni v levo ni v pravo kolem vodiče v kruhu otáčeti se nemůže. Pomocí zvláštních přístrojů může však magnet aneb vodič proudu tak se upravit, aby proud *toliko v jeden pól* aneb *v jednu polovici* magnetické tyče působil, načež magnet kolem vodiče, s osou magnetu rovnoběžného, skutečně v kruhu se otáčí. — Je-li přístroj takový upraven tím způsobem, že magnet jest nehybný, vodič proudu však snadně otáčivý, tož otáčí se vodič kolem magnetu směrem, který protivný jest směru onomu, jímž by otáčel se magnet, kdyby byl hybným, vodič pak nehybným.

b) Účinkem magnetičnosti zemské staví se drát do čtverhranu *bcde* (obr. 126.) aneb do kruhu zahnutý, ve rtuti v mističkách *m* a *a* přišpičatělými konci svými zavěšený, a tudíž volně otáčivý, když jím proud probíhá (když mističky *m* a *a* s póly $+$ a $-$

Obr. 126.



Obr. 127.



galvanického řetězu se spojí), vždy tak, aby rovina jeho byla kolmo na magnetický poledník a aby dolejší část jeho od proud probíhal směrem od východu k západu. Drát takový možno tudíž pokládati takřka za magnet s osou velmi krátkou. Drát spirálně stočený *ns* (obr. 127.) č. tak zvaný solenoid možno pokládati za magnet, složený z velmi mnoha takovýchto kruhových magnetů o velmi krátkých osách. Zavěsíme-li solenoid v mističkách *m*, *a*, rtutí naplněných,

aby mohl volně se otáčeti, postaví se, když jím proud směrem šipkami naznačeným probíhá, vždy tak, že osa jeho *ns* jest v podlétku magnetickém a že dolejší částí závitů probíhá proud od východu k západu. Konce nestejnomyšlné dvou solenoidů přitahují se vespolek a stejnojmenné odpuzují se vespolek právě tak, jako nestejnorodé a stejnorodé póly dvou magnetů, pročez podobá se solenoid magnetu.

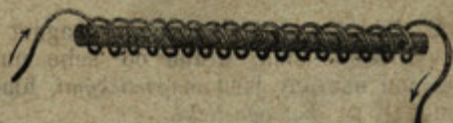
c) Dle výkladu *Ampérea* jsou původem magnetičnosti galvanické proudy, jež kolem všech nejmenších částic magnetu týmž směrem jako v solenoidu obíhají. V tělesech magnetických obíhají proudy tyto směry rozličnými, tak že účinek jejich vzájemně se ruší. Magnetování záleží tudíž, jak *Ampére* dokládá, v tom, že všechny jednotlivé proudy stávají se vespolek rovnoběžnými a kolují týmž směrem, na osu magnetu kolným. Původem *magnetičnosti zemské* jest dle domněnky *Ampérea* galvanický proud, který zemi od východu k západu obíhá a za jehož zdroj fysikové proměny tepla slunečního a vnitřního tepla zemského pokládají.

2. Magnetování železa a ocele proudem galvanickým.

(Elektromagnetičnost' v užším smyslu).

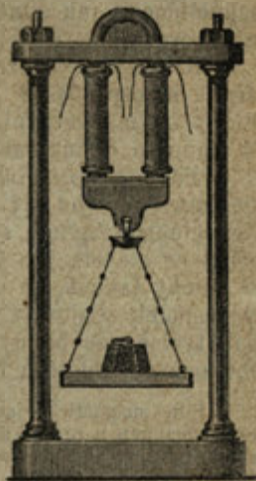
136. Elektromagnet. a) Měděný drát, kterým prochází proud galvanický, přitahuje a drží na sobě železné piliny tak dlouho, pokud proud jím prochází.

Obr. 128.



b) Vedeme-li kolem tyče z měkkého železa směrem kolným na podélnou osu tyče galvanický proud, stává se tyč okamžitě magnetem, jehož magnetická osa s podélnou osou tyče splývá. Aby byl magnet dosti silným, zastrkuje se tyč z měkkého železa do spirálního závitu drátu hedbávim předeného, jímž proud prochází (obr. 128.), aneb do duté dřevěné cívký, drátem měděným, hedbávim předeným, v mnohých závitěch ovinuté. Je-li tyč v podkovu ohnuta, zastrčí se každé rameno její do jedné takové cívký (obr. 129.) a konce drátu obou cívek spojují se pak přiměřeným způsobem vespolek a s pólý řetězu galvanického.

Obr. 129.



Jakmile proud drátem procházeti přestane, pozbývá měkké železo magnetičnosti. Přiléhá-li však těsně ku tyči podkovitě zahnuté kotva, podržuje podkova část magnetičnosti tak dlouho, pokud kotva se nevzdálí.

Železné tyče, jež účinkem proudu galvanického se zmagnetují a magnetičnosti ihned opět pozbývají, jakmile proud působiti přestává, nazývají se *elektromagnety*.

Magnetické póly elektromagnetu staví se dle zákona *Ampérea* tak, že plavec v proudu plovoucí a obličejem k tyči obrácený, má po *levé* ruce pól *severní* a po *pravé* ruce pól *jižní*.

Elektromagnet jest tím silnější, čím silnější jest galvanický proud, čím více závitův drátu na cílce a čím větší jest průměr železné tyče.

c) Zastrčíme-li do závitů drátu, jímž proud prochází, tyč *ocelovou*, podržuje tato magnetičnost, které účinkem proudu nabyla, na vždy, i možno tudíž ocel takto trvale zmagnetovati. Obvyčejně potírá se ocelová tyč, kterou chceme zmagnetovati, na koncích měkkým železem (zbrojí) opatřená, několikráte sem tam kruhem úzkým, složeným z několika závitů drátu tlustého, jímž silný proud prochází; když pak závity právě u prostřed tyče se nalézají, otevře se řetěz.

K účinkům magnetickým užívá se řetězu *velkodeskového*, z několika větších řetězů Bunsenových složeného.

137. Diamagnetičnosť. Proudem galvanickým docílno magnetičnosti tak silné, že působení její ve všechny hmoty mohlo se pozorovati.

Roku 1845 pozoroval *Faraday*, že silný elektromagnet ve všechny hmoty působí, jedny k sobě táhna, druhé od sebe pudě. Hmoty od magnetu přitahované nazvány jsou *magnetickými*, hmoty od magnetu odpuzované jmenují se *diamagnetické*.

Zavěsíme-li tyčinku mezi oba póly silného podkovového elektromagnetu (ze dvou tyčkových dole železnou příčkou spolu spojených elektromagnetů složeného) tak, aby v rovině vodorovné volně mohla se otáčeti, tož staví se tyčinka, je-li ze hmoty magnetické, do polohy takové, že prodloužena byvši, oba póly elektromagnetu by vespolek spojovala, a poloha tato zove se *polohou osovou*; je-li však tyčinka ze hmoty diamagnetické, staví se do polohy na polohu osovou kolmé a tato poloha jmenuje se *rovníková*.

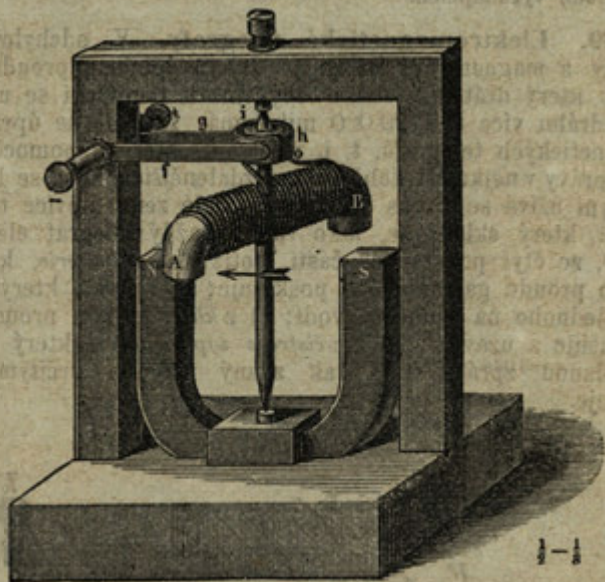
Silně magnetické jeví se: železo a mnohé sloučeniny jeho, pak nikl, kobalt, mangan a platina; slabě magnetické jsou: papír, pečtní vosk, tuš, asbest, tuba, šelak, dřevěný uhlí a j. — Silně diamagnetické jsou: vismut, fosfor, antimon, cínk, cín, olovo, měď a j. v.

Mnohé roztoky magnetických kovů jsou taktéž magnetické; diamagnetické kapaliny jsou: voda, líh, kyselina sírková a téměř všechny šťávy ústrojnín i krev (ač železo obsahuje).

Kromě *kyselek* jsou všechny plyny a páry diamagnetické.

138. Elektromagnetické hybostroje. Obr. 130. znázorňuje *Ritchieův elektromagnetický přístroj otáčivý*, který zakládá se v proměňování směru proudu a záleží v silném magnetu podkovo-
vém NS a elektromagnetu AB na kolmé, snadně otáčivé ose připevněném, jehož oba póly $A B$ nad póly magnetu NS se staví. Na otáčivé ose jest nad elektromagnetem nasazen dřevěný kotouč hi , s dvěma mosaznými polokruhovitými pásy, ve dvou protívých místech dřevem neb slonovinou od sebe oddělenými. Jeden konec drátu závitového spojen s jedním, druhý pak s druhým tímto

Obr. 130.



pásem. K pásům přiléhají pružné kovové proužky $f g$ s póly řetězu $+ a -$ spojené. Je-li proud uzavřen, stává se tyč AB elektromagnetem a má ku př. v B pól severní, v A pól jižní. Severní pól N magnetu NS přitahuje pak jižní pól A , taktéž přitahují se póly S a B . Elektromagnet otočí se pak směrem šipky tak, že A nad N a B nad S se postaví. V témž okamžiku však, kde póly elektromagnetu nad póly magnetu NS se octnou, dotknou se proužky $f g$ dřeva neb slonoviny, jimiž mosazné pásy na kotouči hi od sebe jsou odděleny, čímž proud se přeruší. Setrvačností pohybuje se však elektromagnet o něco dále, tak že v nejbližším okamžiku přijdou pod proužky $f g$ protívne vodivé části kotouče hi , čímž i proud v závitěch a tudíž i póly elektromagnetu se obrátí, pročez odpuzování pólů, jež právě se přitahovaly, nastává. Pohybem při-

chází pak opět A nad S a B nad N , kdež opět proud se obrátí a vše jako znovu se opětuje. Tak otáčí se elektromagnet nepřetržitě vždy týmž směrem.

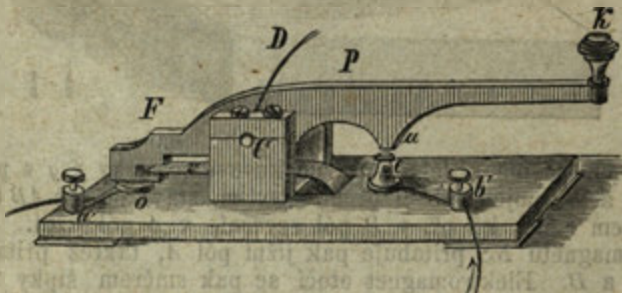
Nehybný magnet NS může se nahraditi elektromagnetem, v němž magnetičnosť proudem tétéž batterie se zplozuje.

Elektromagnetické hybostroje jiné úpravy sestrojili *Page, Stöhrer, Froment* a j. v. Poněvadž spotřebuje se v batteriech galvanických mnoho cinku i kyselin a tudíž hybostroje značného nákladu vyžadují, nelze pro ten čas nadíti se, že by elektromagnetičnosť co síla hybná vešla v užívání všeobecné na místě síly strojů párních, mnohem menšího nákladu vyžadujících.

139. Elektromagnetické telegrafy. V odchylování se magnetky a magnetování měkkého železa účinkem proudu galvanického, který drátem, jakého obyčejně k tomu cíli se užívá, za vteřinu dráhu více než 20.000 mil koná, zakládá se úprava elektromagnetických telegrafů, t. j. přístrojů, kterými pomocí jistých znaků zprávy v nejkraťší době do nejdálčenějších míst se dodávají.

Nyní užívá se u nás a téměř po celé zemi nejvíce telegrafu *Morseova*, který skládá se, jako vůbec každý telegraf elektromagnetický, ze čtyř podstaných částí, totiž: a) z *batterie*, která potřebného proudu galvanického poskytuje; b) z *drátu*, kterým proud s místa jednoho na druhé se vodí; c) z *klíče*, kterým proud rychle se přerušuje a uzavírá; d) z *přístroje zapisovacího*, který telegrafem zaslano zprávu t. j. tak zvaný *telegram* určitými znaky znázorňuje.

Obr. 131.

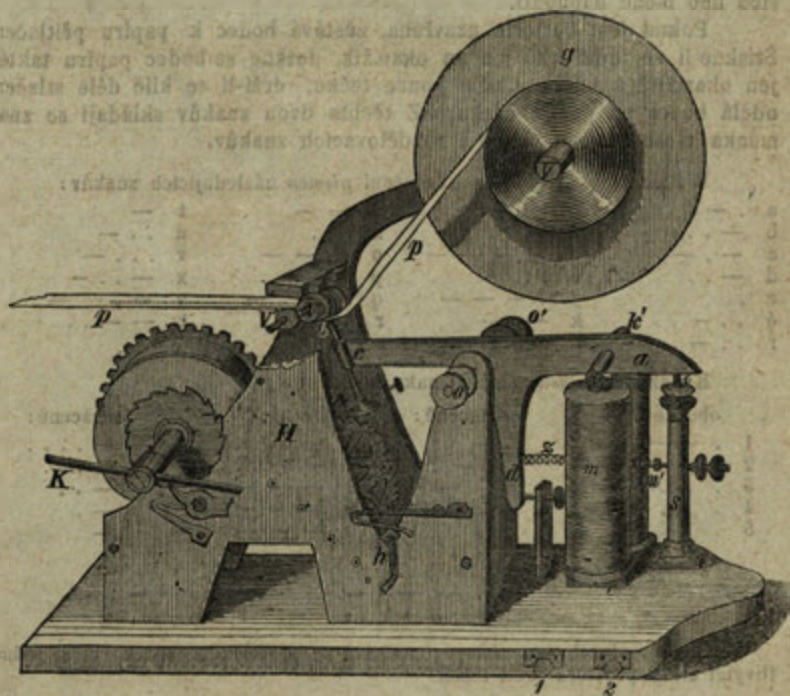


a) *Klíč* jest mosazná páka dvouramenná P (obr. 131.), kolem vodorovné osy C otáčívá. Obě ramena této páky mají na straně dolejší malé kovové kužele, pod nimiž se nalézají kovové sloupky o a e . Je-li klíč v klidu, přiléhá rameno F kuzelem svým k sloupku o , jsouc k němu zpruhou v přitlačeno. Stlačíme-li však přední rameno dřevěným kotoučem K dolů, zdvihne se rameno F a klíč přestává býti vodivé spojen se sloupkem o , za to však vstupuje kužel u ve spojení se

sloupkem *e*. Sloupky *o* a *a'* jakož i sloupky *e* a *b'* jsou spolu vodivě spojeny. Ze sloupku *a'* vchází drát do přístroje zapisovacího na též stanici, sloupek *b'* jest pak spojen s jedním pólem batterie. Z klíče aneb kovové osy jeho vede se pak drát *D* ke druhé stanici. Stlačíme-li klíč kotoučkem *K*, vchází proud z *b'* do *e* a z *e* do klíče, odkudž pak jde drátem *D* do přístroje zapisovacího na stanici druhé.

b) Přístroj zapisovací skládá se z elektromagnetu *mm*₁ (obr. 132.), který záleží ve dvou železných tyčinkách, dole železnou příčkou *r* spojených a do cívek, na kterých drát v četných závitech jest navinut, zastrčených. Konce drátu spojeny jsou se svorníky 1 2, do kterých

Obr. 132.



polární drát se zasazuje. Nad póly elektromagnetu leží železná kotva *kk*₁ zasazená v rameně *a* páky, kolem vodorovné osy *oo*₁ otáčivé. Stlačíme-li klíč, přichází proud drátem *D* (obr. 131.) do drátu elektromagnetu *mm*₁, čímž tento se zmagnetuje a kotvu *kk*₁ přitáhne, pročež rameno *a* dolů se stlačí a rameno *c* s bodcem *b* se pozdvihne. Bodce *b* přitlačí se ku proužce papíru *p* v místě, kde váleček *v* jest vyhlubenou rýhou opatřen, a udělá v papíru prohlubenou známku. Hodinovým strojem *H* posouvá se proužka papírová mezi válečky *v* a *v'* vždy

dále, svinujíc se s válce V , na kterém mezi dvěma kotouči g (z nichž přední v obrazci vynechán) jest navinuta. Klíčem K natahuje se hodinový stroj a klíčkou h zastavuje se v pohybu, když se netelegrafuje.

Přeruší-li se proud, t. j. přestane-li klíč na druhé stanici se stlačovati, pozbývá elektromagnet mm_1 své magnetičnosti a zpruha z , k dolejšímu rameni d páky připevněná, vzdálí kotvu kk_1 od elektromagnetu a bodec b od papíru. Poněvadž elektromagnet, dotýká-li se ho kotva, podržuje část magnetičnosti tak dlouho, pokud kotva se nevzdálí, přiléhá páka dolů stlačená ramenem a , do něhož kotva jest zasazena, k sloupku s , jehož hořejší konec i možno výše vyšroubovati neb níže spustiti. Kotva může tudíž elektromagnetu více méně se sblížit, aniž by se ho dotýkala. Otáčením kotoučku e možno zpruhu více neb méně napnouti.

Pokud jest batterie uzavřena, zůstává bodec k papíru přitlačen. Stiskne-li se tudíž klíč jen na okamžik, dotkne se bodec papíru taktéž jen okamžitě a udělá v něm pouze tečku, drží-li se klíč déle stlačen, udělá bodec na papíře čárku. Z těchto dvou znaků skládají se znaménka všech písmen, číslic i rozdělovacích znaků.

V Rakousku užívá se k naznačení písmen následujících znaků:

a . —	g — . . .	m — —	t —
b — . . .	h	n — .	u . . . —
c — . — . .	ch — — — —	o — — — —	v . . . —
d — . .	i . .	p . — . . .	x — . . . —
e .	j . — — — —	q	y — . — . .
é	k . — .	r	z — — . . .
f	l . — . .	s . . .	

K naznačení číslic slouží znaky následující:

obecně:	skráceně:	obecně:	skráceně:
1 . — — — —	. —	6 —	—
2 . . — — —	. . —	7 — —	—
3 . . . — —	. . . —	8 — — — . . .	—
4 — —	9 — — — — .	—
5	0 — — — — —	—

Znaménka rozdělovací jsou pak:

: : ?
; — ; — ! —

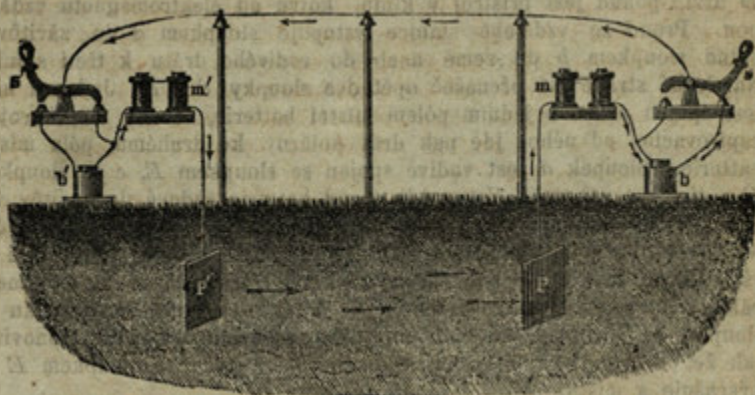
Mezi jednotlivými písmeny nechává se prostora tří teček, mezi jednotlivými slovy prostora šesti teček.

c) Z toho, což bylo až posud pověděno, zdálo by se, že potřebí čtyř drátů vodivých, aby ze stanice A do B a z B do A mohlo se telegrafovati, a sice: 1. z klíče v A k zapisovacímu přístroji v B , 2. ze zapisovacího přístroje v B k baterii v A nazpět, 3. z klíče B k zapisovacímu přístroji v A a 4. ze zapisovacího přístroje v A k baterii v B nazpět.

Jak obr. 133. znázorňuje, stačí však jediný drát k telegrafickému spojení dvou sousedních stanic. Značí-li s a s' klíče, m a m' zapisovací přístroje, b a b' batterie dvou sousedních stanic A a B a

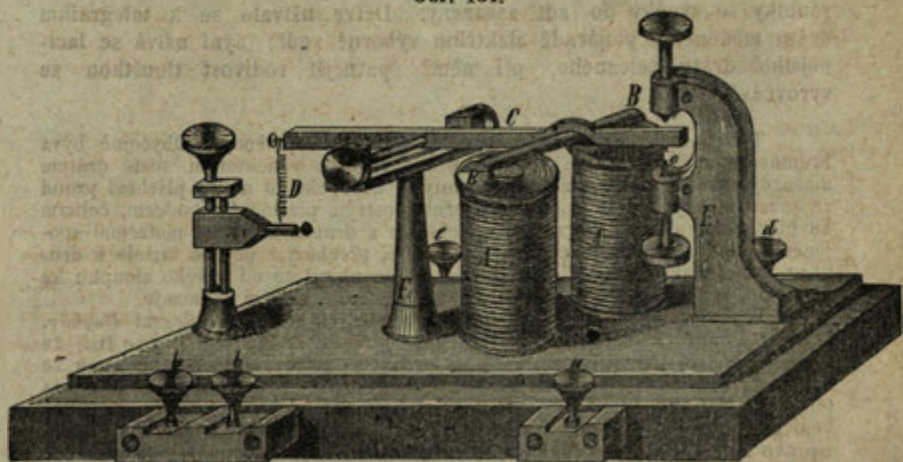
je-li klíč *s* stlačen, tož jde proud z batterie *b* do klíče *s*, odtud vodivým drátem do klíče *s'*, z něhož vchází k elektromagnetu *m'*, a když závity byl proběhl, do veliké měděné desky *P'*, pak postupuje zemí k druhé měděné desce *P*, z ní ku přístroji zapisovacímu *m* a odtud k batterii *b* nazpět.

Obr. 133.



d) Při velikých vzdálenostech zeslabil by se proud *odporem* vodivého drátu tak značně, že by nepostačoval ku přitážení kotvy elektromagnetu v přístroji zapisovacím, k čemuž potřebí síly značné, má-li

Obr. 134.



bodec k papíru řádně se přitlačovati. Nedostatek tento odstraněn přístrojem, který obyčejně francouzským jmenem *relais*, t. j. *přendšeč* se

nazývá. Přístroj ten má za úkol, aby sebe slabším proudem hlavním uzavřel baterii postavenou na stanici, na které zpráva se přijímá. Batterie tato zove se *místní*, kdežto hlavní *řádovou* slove. Batterie místní skládá se pouze z několika řetězdů. Úprava přenášedce jest následující: *AA* (obr. 134.) jsou dva elektromagnety, nad jejichž póly leží kotva *BB*, zasazená v páce *C*, kolem osy snadně otáčivé. Slabé pérko *D* drží, pokud jest přístroj v klidu, kotvu od elektromagnetu vzdálenou. Proud ze vzdálené stanice vstupuje sloupkem *a* do závitův a odtud sloupkem *b* do země aneb do vodivého drátu k třetí stanici. Na druhé straně má přenášedč opět dva sloupky *d* a *e*. Jeden z nich jest spojen přímo s jedním pólem místní batterie, druhý s přístrojem zapisovacím, od něhož jde pak drát polární ke druhému pólu místní batterie. Sloupek *d* jest vodivě spojen se sloupkem *E*, *e* se sloupkem *F* a tím i s pákou *C*. Vstoupí-li proud batterie řádové do závitův *AA*, přítáhnou elektromagnety kotvu, čímž přichází ve styk čípek *o* s dolejší šroubkem sloupky *E* a místní batterie se uzavře. Prerušil-li se však hlavní proud, zdvihne pruha *D* kotvu *BB* vzhůru, tak že rameno páky, v kterém kotva zasazena jest, dotýká se hořejšího šroubku ve sloupku *E*. Šroubek ten má na špičce nasazený čípek ze slonoviny, tak že, dotýká-li se ho páka, vodivé spojení páky se sloupkem *E* se přerušuje a místní batterie se otevírá.

e) *K batterie* užívá se v Rakousku nejvíce řetězdů Daniellových. — Aby elektřina nemohla z vodivého drátu unikati, zasazují se do země dřevěné tyče se železnými roubíky, na nichž jsou nasazeny porcelánové neb železné, tvrzeným kaučukem osamotěné zvonky, opatřené nahoře paličkou (viz obr. 133.), kolem níž drát jednou neb dvakrát se otočí, než dále se vede. Jde-li drát kolem pevného stavení, bývají železné roubíky se zvonky do zdi zasazeny. Dříve užívalo se k telegrafům drátu měděného, poněvadž elektřinu výborně vodí; nyní užívá se lacinějšího drátu železného, při němž špatnější vodivost tloušťkou se vyrovnává.

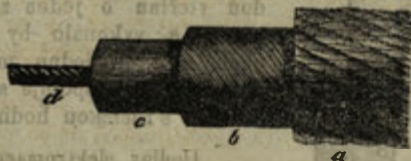
Telegrafické dráty musí býti *hromosvodem* opatřeny. Obyčejně bývá hromosvod upraven takto: Řádový proud vede se v některém místě drátem mosazným, mezi dvěma sloupky napnutým. Sloupek, do něhož přichází proud ze sousední stanice, má po straně kužel s ostrým platinovým bodcem, čelícím ku blízkému kuželi s prvním zcela stejnému a drátem s deskou podzemní spojenému. Pijde-li blesk po drátu ke stanici, přechází z prvního kužele k druhému a tím pak do země. Kdyby však přece ubíral se od prvního sloupku ke druhému, roztápí mosazný drát a tudíž další cestu sám si zamezuje.

V novější době zaveden u nás na některých stanicích telegraf *Hughův*, který má úpravu mnohem složitější než Morseův, od něhož i tím se liší, že zapisovací stroj jednotlivá písmena na proužce papírové přímo tiskne, tak že netřeba ze znamének písmena a slova sestavovati. — Druhdy užívalo se u nás telegrafu *Bainova*, který se zakládá v odchylování se dvojitého magnetu účinkem galvanického proudu; palička s magnetem spojená bije pak do zvonku v pravo neb v levo a ze znakův takto vznikajících sestavena jednotlivá písmena. — V Anglii užívají telegrafu *Wheatstoneova*, záležejícího v ručičce, která účinkem galvanického proudu obhřa na kotouči, na jehož obvodu jsou vyznačena písmena, číslice a ostatní znaky písemné, zastavující se u znakův těch, které zprávozdajce naznačuje. — Ve Francii zaveden od roku 1865 všeobecný

telegraf (pantelegraf), upravený od *Caselliho*, který podává chemicky zprávu jak se byla napsala neb nakreslila beze změny, tak že telegram pomocí tohoto telegrafu zasláný lze nazvati dopisem. — O zdokonalení telegrafování dobyli sobě v novější době u nás zásluhy Čechové *Ferd. Teirich* a *Jul. Ginl*.

Při *telegrafu podmořském* neuzívá se přístroje Morseova, poněvadž galvanický proud, do tak veliké dálky vedený, tak velice se slabuje, že by přístroj zapisovací nrčítých znakův nedával. Dle návrhu *Thomsonova* přivádí se malá magnetka proudem v kolísání a pootáčí při tom zrcadélkem, jež na ní jest upevněno. Od zrcadélka odráží se pak plamen silného světla ku proužce papíru, černými čarami ve stupně rozdělené. Z odchylky jehly a zablesknutí paprsku v pravo neb v levo a zastavení se jeho na rozličných místech stupnice sestavují se pak znaky jednotlivých písmen a číslic. Vodivý drát, tak zvaný *kabel*, vyžaduje však zvláštní úpravy, neboť musí býti, dotýkaje se všude vody, velmi dobře osamotěný a dostatečně silný.

Obr. 135.



Obr. 136.



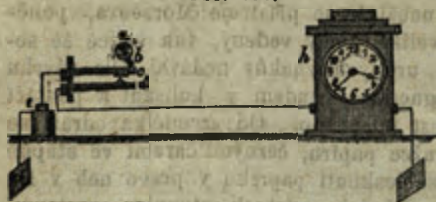
Kabel skládá se z několika měděných drátů *d* (obr. 135. a 136.) v provazec spletených, obalených guttaperčovým pouzdem *c* a vrstvou *b* šňůr konopných, dehtem napojených, kteráž pak dráty železnými *a* se oprádá. Klázení kabelu do moře počalo r. 1857 a ukončeno po překonání ohromných překážek r. 1866, kdež docílono telegrafického spojení *Valencie* (na pobřeží irském) s *Novým Foundlandem* (v *Americě*).

140. Elektromagnetické hodiny. Elektromagnetů užívá se v novější době také k tomu, by hodiny na všech věžích v městě vždy zcela *stejně* ukazovaly a dle jedněch důkladných hodin řídicích se spravovaly.

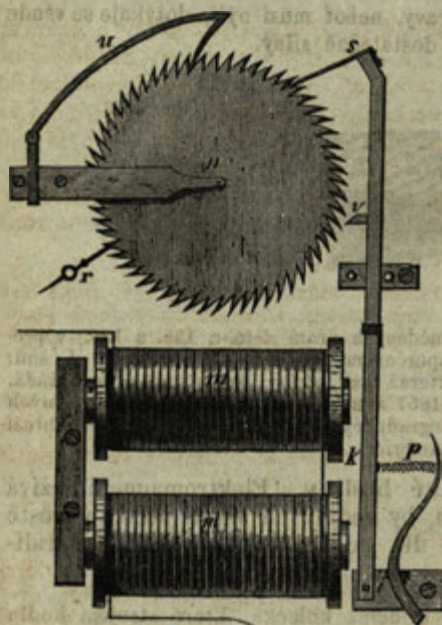
Obr. 137. znázorňuje u *a* hřídelek kolečka, které strojem hodin řídicích za minutu jednou se otáčí. Na hřídelku tom vyčnívá čípek *b*, který tedy každou minutu jednou v nejnižší polohu svou přichází a ocelové pérko *c* doň stlačuje, tak že toto čípek pérka *d* se dotkne. Pérko *c* jest spojeno s jedním pólem *batterie e*, pérko *d* spojeno drátem vodivým se závitě elektromagnetu v hodinách *h*, odkudž vede se pak drát do hodinového stroje druhého, z toho do třetího atd., z posledního stroje hodinového svádí se pak do země k desce *d*₂, tak že proud zemí od desky *d*₂ k desce *d*₁ a ke druhému pólu *batterie* se vrací. Dotknou-li se pérka *c* a *d* vespolek, zavře se řetěz a stroj hodin *h* vejde v pohyb. — Stroj hodinový skládá se z elektromagnetu *m m* (obr. 138.), před nímž jest kolmá kotva *k*, kolem osy *i* otáčivá. Ko-

lečko n má 60 zubů a na ose jeho jest připevněna ručička minutová r . Zavře-li se řetěz, vstoupí proud do závitů elektromagnetu, který pak

Obr. 137.



Obr. 138.



potvra k přitáhne. Kotva zasáhne pak noscem s do zubů kolečka, čímž kolečko se otočí. Poněvadž proud hned opět se přeručí, postoupí ručička r o minutový stupeň ku předu. Zároveň vyzdvihne se pérko u a zapadne mezi zuby, zpruha p odtrhne pak kotvu od elektromagnetu. Tak postupuje kolečko n každou minutu o jeden zub ku předu. Kdyby bylo a (obr. 137.) hřtdelem kolečka vteřinového, postupovalo by kolečko n každou vteřinu o jeden zub ku předu a vykonalo by tudíž oběh svůj za jednu minutu. S kolečkem n spojuje se pak kolečko s ručičkou hodinovou.

Hodiny elektromagnetické takovým způsobem upravené jsou vlastně přístroje ku telegrafování času, hodiny řídicí jsou pak klíčem tohoto telegrafu. — Skutečné hodiny elektromagnetické, které, nemajíce ni pružných per ni závaží, toliko galvanickým proudem v pohybu se udržují, nevešly v užívání všeobecné, poněvadž vyžadují velikého nákladu.

Elektromagnetičnosti užívá se ještě ku mnohým jiným účelům. Pomocí elektromagnetů dávají se ku př. znamení, když vlak železniční z nádraží vyjíždí, když rtuť v teploměru jisté výšky dostoupí, když uhelné doly tak

zvanými „bicími větry“ (viz str. 69.) se naplní, atd. Velmi výhodně slouží elektromagnety ku měření a zapisování pramalých částí času (elektromagnetické chronometry a chronografy). I v domácnosti užívá se zvonicích přístrojů elektromagnetických, příslušnými klíči opatřených, k účelům rozmanitým.

D. Elektrina vznikající soubudem.

a) Elektro-elektrina.

141. Proud soubudem vznikající. a) Elektrický proud vzbuzuje v okamžiku, kdy řetěz, z něhož proud ten vychází, se

otevře aneb uzavře, v jiném uzavřeném vodiči, polárnému drátu sblíženém a s ním rovnoběžném, elektrický proud okamžitý, který má v okamžiku, kdy proud původní, z batterie vycházející, vzniká, směr *protivný*, v okamžiku pak, kdy původní proud přestává, směr *souhlasný* se směrem proudu původního, což multiplikátorem, s kterým konce drátu se spojí, možno pozorovati.

Aby větších účinků se docílilo, navine se na tenkou cívku *H* (obr. 140.) tlustý a dlouhý drát, kterým původní proud batterie se vede, a cívka tato zastrčí se do dutiny jiné, tlustší cívky *J*, na které jest navinut drát tenčí a delší. Oba dráty jsou hedbávim opředeny a v četných závitoch na cívkách navinuty; neboť jest mocnost proudu, proudem původním vzbuzeného tím větší, čím silnější jest proud původní a čím delší jsou dráty na obou cívkách navinuté. — Někdy bývají oba dráty na též cívce buď nad sebou buď vedle sebe navinuty.

Na rozdíl od proudu *původního* č. *hlavního*, který z galvanického řetězu vychází, nazývá se okamžitý proud, při každém otevření a uzavření řetězu v uzavřeném, polárnému drátu sblíženém vodiči vznikající, proudem *soubuzeným* (*navedeným*) č. *vedlejším* (*podružným*). Elektrina účinkem elektriny povstávající zove se pak *elektro-elektrina* č. *elektrina, vznikající soubudem*.

Vedlejší proud okamžitý vzniká netoliko při každém uzavření a otevření řetězu, nýbrž i kdykoliv dráty k sobě sblížíme aneb je od sebe vzdalujeme.

Je-li tenčí cívka opatřena rukovětí, můžeme ji do dutiny druhé cívky vsouvat, aneb ji z ní vytahovati, čímž vznikají ve drátu cívky tlustší proudy vedlejší tak, jako když jedna cívka ve druhé zůstává a hlavní proud se přerušuje.

b) Ve drátu polárném vzniká při každém otevření a uzavření řetězu vedlejší proud týchž vlastností jako proud v jiném uzavřeném vodiči soubuzený. Tento vedlejší proud, v drátu polárném vznikající, jmenuje se proudem *protivným* a *seslabuje* proud původní při uzavření řetězu (maje směr *protivný*), při otevření řetězu pak jej *sesiluje* (maje směr *souhlasný*).

Obr. 139.



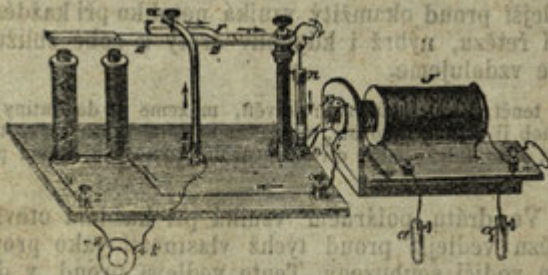
Navineme-li na cívku *R* (obr. 139.) jen jediný dlouhý drát, na obou koncích rozvětvený, spojíme-li jednu z větví s pólem řetězu a druhou s kovovým válečkem *m*, tož přeskakuje, jsou-li válečky ty sobě na blízku, při každém otevření i uzavření řetězu s jednoho válečku na druhý elektrická jiskra, při otevření řetězu jest však jiskra tato mocnější. Vezmeme-li do každé ruky jeden z válečkův, ucítíme při každém otevření i uzavření řetězu mocné otřesení. — K rychlému přerušování proudu hlavního můžeme použiti pilníku *F*, který s pólem řetězu se spojí a po kterém konec drátu rychle sem tam se posouvá.

Mocnost proudu protivného jest tím větší, čím mocnější jest proud hlavní a čím delší jest drát.

142. Účinky elektro-elektřiny. Proud vedlejší jakož i proud protivný jeví tytéž účinky jako jiné proudy galvanické, má však mnohem větší napnutost, pročež vyrovnává se jiskrami silnějšími a působí mocně v tělo živočišné. Poněvadž směr proudu soubudem vznikajícího ustavičně se mění a proud pouze okamžik trvá, užívá se proudu toho hlavně v lékařství k účinkům *fysiologickým*, ku kterémuž účeli nutno postarati se o to, aby proud hlavní rychle se přerušoval, t. j. aby řetěz rychle a střídavě se uzavíral a otevíral, čehož docílí se nejlépe tak zvaným *kladívkem Neefovým* (obr. 140.).

Zavřeme-li řetěz (obr. 140.), tož vchází proud do šroubku x , odtud do zpruhu rr a do kotvy zz , kterou vede se pak do drátu na cívce H navinutého. Tímto proudem hlavním vzniká ve drátu na cívce J proud vedlejší okamžitý, jehož účinek (ráz) ucítíme, navlhčíme-li ruce vodou slanou aneb nakyslou a vezmeme-li do jedné ruky váleček a a do druhé váleček a_1 . Proběhnuv drátem na cívce H vejde proud do závitův elektromagnetu a vrací se odtud k zápornému pólu řetězu

Obr. 140.



nazpět. V okamžiku, kde proud závitův elektromagnetu probíhá, stává se elektromagnet magnetickým, přitáhne kotvu zz , čímž zpruha rr od šroubku x se vzdálí a tudíž hlavní proud se přeruší, pročež v drátu J opět okamžitý proud směrem dřívějšímu protivným povstává. Přerušením proudu hlavního pozbývá elektromagnet magnetičnosti, kotva se odtrhne a zpruha rr dotkne se opět šroubku x , čímž proud opětně se uzavře a vše jako zprvu se opětuje. Poněvadž řetěz takto rychle po sobě se uzavírá a otevírá, následují rázy v těle, kterým proud probíhá, rychle za sebou a mají účinky velmi mocné.

b) Magneto-elektřina.

143. Proud magnetičnosti vzbuzený. a) Vsouváme-li do duté cívky, na které jest navinut hedbávím opředený drát, konci r a s (obr. 141.) s multiplikátorem spojený, magnetickou tyčinku NS , vzniká v drátu *okamžitý* proud, jehož směr z odchyly

magnetky multiplikatoru seznáváme; vytáhneme-li tyčinku z cívky, vzniká v drátu opět okamžitý proud ve směru *protivném* proudu dřívějšího. Vsouváme-li aneb vytáhneme-li týmž otvorem cívky *druhý pól* magnetu, vznikají proudy ve směrech *dřívějším protivných*.

b) Naplníme-li dutinu cívky tyčinkami z *měkkého železa* a sblížíme-li se jim po délce magnetem aneb ku koncům jejich s jedné strany pólem *N* (obr. 142.) silného magnetu, tož zmagnetují se tyčinky a v drátu vzniká *okamžitý proud*; vzdálíme-li magnet, *pozbývají tyčinky magnetičnosti* a v drátu vzniká opět *okamžitý proud* ve směru dřívějšimu proudu *protivném*. Je-li magnet nehybný, přibližujeme cívku k němu aneb vzdalujeme ji od něho.

Obr. 141.



Obr. 142.



Působí-li v tyčinky, do cívky vložené, na obou koncích *současně* protivné póly dvou magnetův, jest *okamžitý proud* *mocnější*.

c) Směr proudu magnetičností *vzbuzeného* jest *protivný* směru onomu, jež by proud týmž drátem *probíhající* míti musil, aby účinkem jeho póly magnetu právě tak se *pohybovaly*, jak se to děje při vsouvání a vytahování magnetu silou *mechanickou*.

d) Čím *silnější* jest magnet a čím *rychleji* do cívky se vsouvá a z ní opět se vytahuje, tím *mocnější* jest proud, magnetem *vzbuzený* č. *magneto-elektrický*. *Mocnosti proudu přibývá* též *tou měrou*, kterou *přibývá* počtu *závitův drátu na cívce*, jsou-li závitů všechny *stejně veliké*.

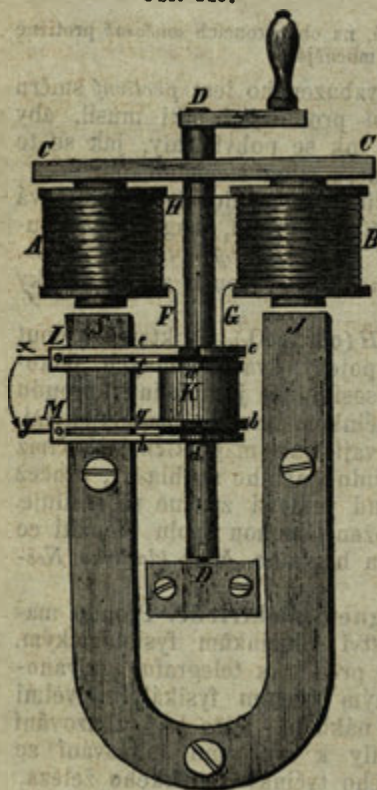
e) Vložíme-li do dutiny cívky *H* (obr. 140.), na které navinut jest drát, konci svými s póly řetězu spojený, svazek *tenkých*, *pokostem potřených* drátů *železných E*, sesilují se jimi účinky proudu *vedlejšího*; neboť stávají se dráty účinkem proudu *magnetickými*, přerušením proudu *hlavního* *pozbývají* pak *magnetičnosti*, čímž vzniká *vedlejší proud* se směrem proudu *hlavního* *souhlasný*, pročez při přerušení proudu *hlavního* proud *vedlejší* *značně* se *sesiluje*. Dráty do cívky *H* (obr. 140.) vložené mohou spolu *sloužiti* co *elektromagnet* ku *přerušování proudu hlavního*, čímž *kladívko Neefovo* *jednodušší* úpravy *nabývá*.

144. Otáčivé přístroje magneto-elektrické. Proudu *magnetoelektrického* užívá se v lékařství k účinkům *fysiologickým*. V době *novější* slouží též co *zdroj proudu* k *telegrafu*, *galvanoplastice*, *elektrickému světlu* a jiným účelům *fysikálním* velmi *výhodně*, neboť *nevyžaduje žádného nákladu*, ješto ke *vzbuzování* jeho *potřebí* pouze *mechanické síly* k *rychlému sblížování* se *pólu magnetu* a *vzdalování* se od něho *tyčinky z měkkého železa*,

zastrčené do cívky, na které hedbávím opředený drát jest navinut. Poněvadž elektromagnetický proud jest okamžitý a při vzdalování se železné tyčinky od pólu magnetu má směr protivný onomu, jež měl při sblížení se tyčinky pólu, hodil by se pouze k účinkům *fysiologickým*; má-li sloužiti k účelům jiným, nutno postarati se o to, aby okamžité proudy následovaly tak rychle za sebou, by skládaly proud jediný, nepřetržitý a aby měl proud vždy tentýž směr. Toho docleno *otáčivými přístroji magnetoelektrickými*, příslušným *proudovratem* opatřenými. Přístroj takový znázorněn obr. 143.

Naproti pólům *S J* silné batterie magnetické, z podkovových magnetů složené, jsou dvě železné tyčinky v cívkách dřevěných *A B*, osamotěným drátem ovinutých, zastrčeny a na železné příčce *CC* připevněny. Příčka *CC* jest přidělána na ose *DD*, která klikou se otáčí. Jeden konec drátu jest u *F*, druhý u *G* připevněn na proudovratu *K*, jež obr. 144. a 145. znázorňuje. Na obou koncích mosazné trubice *K* jsou připájeny dva ocelové hřebeny *a* a *b*, zrovna naproti sobě ležící

Obr. 143.



Obr. 144.



Obr. 145.



a jeden přes druhý trochu sáhající. Uvnitř ve trubici *K* jest jiná mosazná trubice, od vnější rourou z tvrdého dřeva oddělená. (Dřevěná roura jest na obr. 144. černě naznačena.) Na koncích vnitřní mosazné trubice jsou opět dva ocelové hřebeny *c* a *d* tímž způsobem upraveny jako *a* a *b*. Konec drátu *F* jest spojen s hřebem *a* a trubicí *K* i s hřebem *b*, konec drátu *G* spojen s hřebem *c* a trubicí vnitřní i s hřebem *d*, a proudovrat upevněn jest na hřídeli, s kterým zároveň se otáčí. Dvě tenká, ploská pára ocelová *L* a *M* jsou na podstavci připevněna a přední vidlicovitě rozeklané konce jejich *e* a *f* a *g* *h* přiléhají zlehka ku hřebům proudovratu, tak že proud do pár *L* a *M* vstupuje. Spojíme-li konce

jejich drátem xy , tož koluje v drátu tom elektrický proud. V poloze, kterou obrazec 143. znázorňuje, přiléhá péro f na hřeben a , péro h na hřeben d , péra e a g jsou pak volná. Jde-li v okamžiku tom proud od G ku H , tož jde v cívce druhé směrem protivným od H k F a vstupuje tudíž z F do hřebenu a , odtud do péra f a přem do drátu xy . Proběhnuv drát xy vchází pak proud do péra h a do hřebenu d , jenž jest s hřebenem c vodivě spojen, tak že proud opět do G se vrací. Otočí-li se klika, tak že cívky od magnetů se vzdálí a přička CC úhel 90° opíše, tož pozbývají železné tyčinky v cívkách magnetičnosti své, čímž vzniká proud *druhý*, jehož směr jest protivný směru proudu předešlého. Bude tudíž kolovati v jedné cívce směrem od H ku G a v druhé od F ku H , spolu otočil se však též proudovrat o 90° , čímž přichází péro e ve vodivé spojení s hřebenem c a péro g ve vodivé spojení s hřebenem b , péra f a h jsou pak volná. Proud má tudíž nyní směr $GcexygbaFH$ a probíhá drátem xy v témž směru jako dříve. Otočí-li se pak klika o dalších 90° , tož přichází cívka B nad pól S a cívka A nad pól J , tím vzniká pak proud *třetí*, jehož směr jest směru proudu *prvního* protivný a tudíž se směrem proudu *druhého* souhlasný. Poněvadž péro e hřebenu c a péro g hřebenu b dotýkati se nepřestalo, probíhá drátem xy opět proud směrem xy . Otočí-li se klika opět o dalších 90° , povstává v drátu $GHEF$ proud *čtvrtý* ve protivném směru proudu *třetího* a tudíž souhlasným se směrem proudu *prvního*. Poněvadž však tímto otočením péro f opět do spojení s hřebenem a a péro h ve spojení s hřebenem d vešlo, probíhá proud nyní opět drátem ve směru xy . Otočí-li se klika ještě o 90° , přicházejí cívky do původní na obr. 143. naznačené polohy, proud tím vznikající jest s čtvrtým proudem souhlasný, pročež probíhá opět směrem xy . Při každém následujícím otočení cívek opakuje se vše jako dříve.

Poněvadž proud první s čtvrtým a druhý s třetím mají směr souhlasný, vznikají otáčením osy DD vlastně jen *dva* protivné proudy, proudovratem možno pak docíliti toho, že drátem xy proud vždy týmž směrem probíhá.

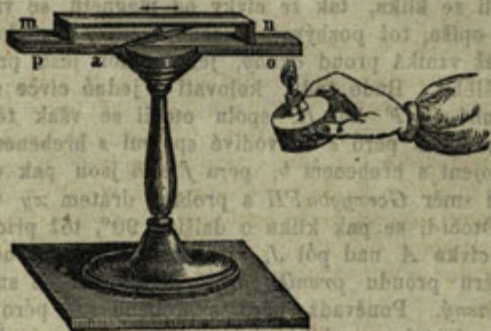
K účinkům *chemickým* a *fysiologickým* brávají se cívky AB s drátem *tenkým* a *velmi dlouhým*, k účinkům *tepla* a *světa*, jakož i k účinkům *magnetickým* užívá se cívek s drátem *tlustým* a *krátkým*. — K účinkům *fysiologickým* netřeba proudovratu, neboť účinky tyto jsou tím mocnější, čím rychleji směr proudu se mění.

E. Elektrina vzbuzená teplem čili thermoelektrina.

145. Thermoelektrický řetěz. a) Na *vismutovou* tyč *op* (obr. 146.) připájí se na obou koncích *antimonová* tyč *mn*, tak ohnutá, aby mezi obě tyče mohla se zavěsiti magnetka. Přístroj postaví se do magnetického poledníku, aby magnetka právě u prostřed mezi oběma tyčemi se nalézala. Zahříváme-li tyče v jednom místě, kde spolu jsou spájeny, na př. v *on*, odchýlí se magnetka

z polednsku magnetického, což důkazem, že prochází tyčemi *elektrický proud*. Byl-li severní pól magnetky *a* tak vyřinut, jak obrazec naznačuje, má proud směr *onmpo* a směřuje tudíž na zahřátém místě od vismutu k antimonu, na druhém chladnějším místě směřuje pak od antimonu k vismutu.

Obr. 146.



Proud jest tím *mocnější*, čím *větší jest rozdíl v teplotě* obou oněch míst, ve kterých oba kovy pájkou vespolek jsou spojeny, pročž jeví se proud zvláště silným, když v jednom tomto místě kovy se *zahřívají* a ve druhém současně se *ochlazují*.

Elektrina teplem vzbuzená nazývá se *thermoelektrina* a přístroj tak upravený, jak obr. 146. jej znázorňuje, jest *jednoduchý řetěz thermoelektrický*.

b) Ze zkoušek, jež pomocí multiplikatoru o málo závitů silného drátu (aby odpor byl menší) konány byly, sestaveny jsou některé kovy v řadu následující:

Antimon, železo, cínk, zlato, měď, mosaz, olovo, cín, stříbro, vismut.

Spojíme-li dva z těchto kovův způsobem v obr. 146. naznačeným a *zahříváme-li* je v místě, kde jsou spájeny, vzniká proud elektrický, který směřuje od kovu v řadě pozdějšího ke kovu v řadě předcházejícímu, ku př. od vismutu k mědi, od mědi k antimonu atd. Proud jest pak tím *mocnější*, čím jsou kovy v řadě od sebe *odlehlejší*.

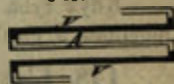
Že magnetičnosť zemská vzniká dle domněnky fysikův účinkem elektrického proudu proměnami teploty zemské povstávajícího, již na str. 161. podotknuto.

146. Thermoelektrický sloup a účinky jeho. a) Spojíme-li více jednotlivých řetězů thermoelektrických z vismutu *V* a antimonu *A* (obr. 147.) se skládajících, způsobem z obr. 147. a 148. patrným, vzniká *thermoelektrický sloup*. Aby kovy vždy jen

v těch místech vespolek se dotýkaly, kde spolu jsou spájeny, od-
dělují se od sebe na všech ostatních místech obyčejně sádrou.
Sloup bývá upraven tak, aby na jednom konci (párou z vařící
vody vystupující) mohl na 100°C se zahřívati a na druhém konci
(tajícím ledem) na 0°C se ochlazovati. Volný
konec vismutu jest pólem kladným a volný konec
antimonu pólem záporným sloupu thermoelek-
trického.

b) Proud thermoelektrický má tytéž účinky
jako proud galvanický, ale v míře *značně menší*;
thermoelektrický sloup může však býti tak citli-
vým, že magnetka multiplikatoru s póly sloupu
spojeného odchyluje se ze své polohy, jakmile
teplota na místech pájkou spojených na jedné
straně sloupu liší se jen nepatrně od teploty
na straně druhé. *Sloup thermoelektrický s multiplikátorem spojený
jest tedy nejcitlivějším teplovzvěstem.*

Obr. 147.



Obr. 148.



F. Elektrina živočišná.

147. Elektrické ryby. Četnými zkouškami bylo dokázáno,
že životnými výkony živočichův elektrina se zplozuje. Největší
elektrickou napnutost pozorovati v těle
některých ryb, jmenovitě v těle *elektri-
ckého rejnoka, elektrického úhoře a elektri-
ckého sumce*. Ryby tyto mají v těle zvláštní
ústroj, sloupu Voltovu (str. 147) podobné.

Obr. 149.



V těle *elektrického rejnoka* (obr. 149.) záleží
toto ústrojí ve velikém počtu sloupcův, blanami
od sebe oddělených a vedlé sebe kolmým směrem
ode hřbetu ku břichu postavených; *desť* značí
svazky nervův, jež v ústrojí elektrickém se roz-
větvují. — *Úhoř elektrický* má elektrické ústrojí
po obou stranách páteře od hlavy až do konce
ocasu po celé délce rozdělené asi 30 nad sebou
ležícími přehrádkami, jež opět mnohými kolnými
stěnami příčnými v podélné články rozvrženy
jsou. — *Sumec elektrický* jest ústrojím elektrickým
jako dutým válcem od hlavy až k ocasu obalen.
Ústrojí toto skládá se z tělísek čokovitých, ka-
palinou naplněných a bývá na prst tlusté, tak
že ryba tučnou býti se zdá.

Ze zkoušek s rybami těmi konaných
shledalo se, že u rejnoka jde proud vodou
v oblouku po obou stranách od hřbetu k břichu,
a úhoře od hlavy ku konci ocasu a u sumce
od ocasu k hlavě. Proto může dávatí rejnok
elektrické rány na přič v každé poloze těla,

úhoř a sumec však ohybají se při tom v oblouk, při čemž zvláště úhoř okolo zvířete se zavínuje. Elektrický proud jest zvláště mocný, když byly ryby podrážděny, a skládá se z velmi mnohých velmi rychle za sebou následujících rázů. Rány elektrické, jež ryby dávají, záležejí úplně na vůli jejich a mohou býti slabší neb silnější.

Když ryba více silných ran byla dala, ochabuje elektrina; po odpočinku a posílnění potravou nabývá ryba opět elektriny.

148. Elektrina ve svalech a nervech živočišných. Vložíme-li zadní nohy žáby právě usmrčené do sklenice s roztokem kuchyňské soli a páteř do druhé sklenice, taktéž roztokem kuchyňské soli naplněné, a spojíme-li obě kapaliny mokřým knotem bavlněným, tož *potrhují* sebou nohy žabí účinkem proudu elektrického, jehož původ, poněvadž jiných elektrobudičův tu není, ve svalech žáby nutno hledati.

Pomocí velmi citlivých proudůjevů (multiplikátorů) bylo shledáno, že ve svalech i nervech živočichů ustavičně elektrické proudy kolují.



Oddíl osmý.

O rovnováze a pohybu.

149. Rovnováha a pohyb. Tělo buď jest v klidu, zůstávajíc v témž prostoru, buď se pohybuje, přicházejíc postupně do prostoru vždy jiného vzhledem k tělesům sousedním, t. j. k jedněm tělesům se přibližujíc, od druhých pak se vzdalujíc.

Poněvadž jest každé tělo setrvačné, nemůže samo sebou, jsouc v klidu, pohyb započítí, ni pohybujíc se směr neb rychlost pohybu změnití aneb v pohybu ustátí. Změní-li tělo stav, ve kterém se nalézá, t. j. přichází-li z klidu v pohyb neb z pohybu v klid aneb změní-li směr neb rychlost svého pohybu, nutno příčinu každé takovéto proměny hledati mimo tělo.

Smyslům našim nepochopitelná příčina pohybu neb proměny jeho aneb zrušení jeho se nazývá *síla*.

Působí-li jedna neb více sil v nějaké tělo, může účinek jejich jinými silami aneb překážkami býti zrušen, tak že tělo v klidu zůstává, aneb způsobují síly skutečný pohyb těla. Síly, jichž účinky vespolek se ruší, jsou v rovnováze.

Nauka o působení sil zove se *mechanika* a dělí se v nauku o rovnováze č. *statiku* a v nauku o pohybu č. *dynamiku*.

Je-li tělo v klidu, nelze souditi, že žádná síla v ně nepůsobí, neboť zůstává tělo, jak bylo vyloženo, v klidu i tehdyž, když působí v ně více sil, jichž účinky vespolek se ruší, t. j. když síly v tělo působící jsou vespolek v rovnováze. Na zemi naší není ní jediné tělo v klidu, neboť pohybuje se vše, což na zemi jest, se zemí okolo osy její a spolu okolo slunce. Mluvíme-li klidu, porovnáváme tělo vždy s jinými tělesy. Člověk, plovoucí v lodi, jest v klidu vzhledem k lodi, ve které sedí, vzhledem k jiným tělesům však se pohybuje.

A. Rovnováha těles pevných.

(Statika).

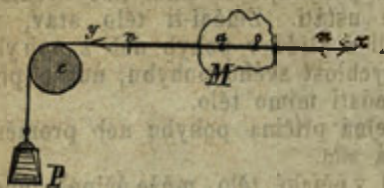
a) Skládání a rozkládání sil.

150. Síla. Majíce sílu stanoviti, musíme určiti: a) *působíště* síly, t. j. onen bod těla, ve který síla působí; b) *směr*, t. j. přímkou, kterou působíště účinkem síly se pohybuje aneb pohybovati se má; c) *velikost* síly.

Na obr. 150. značí bod a působíště a přímka ax směr síly, kterou tělo M má se pohybovati. Je-li tělo M pevný celek, jehož části jsou nepohnutelně vespolek spojeny, tak že vždy ve stejných vzdálenostech mezi sebou zůstávají, můžeme působíště síly z bodu a přeložiti do bodu o , v též přímce ax ležícího, aniž by tím účinek síly se změnil. Je-li totiž o bod pevné přímky ao , s celkem M pevně spojené, zůstává výsledek síly v bodu o i v bodu a tentýž, neboť záleží působení síly v pohybu přímky ao směrem ax , i docílí síla pohybu toho, když má působíště v bodu a , neb v bodu o , aneb v kterémkoliv jiném bodu v přímce ao ležícím.

Velikost sil můžeme posuzovati pouze z účinkův jejich, i soudíme tudíž, že jest ona síla, 2-, 3-, 4krát větší, jejíž účinek jest 2-, 3-, 4krát větší. Porovnávajíc účinek síly nějaké s účinkem síly jiné, kterou za měřítko sil pokládáme, můžeme velikost síly měřiti. Měrou sil jest tíže, jejíž účinky jsou nám nejznámější, a jednotkou míry sil jest tudíž váha jedné libry.

Obr. 150.



Je-li síla, působící směrem ax (obr. 150.), v rovnováze se závažím P , jehož účinkem tělo M má pohybovati se protivným směrem ay , rovná se síla, působící směrem ax , toliku libram, kolik P váží. Síla 2-, 3-, 4krát větší než ona, která působí směrem ax , rovná se tudíž $2P$, $3P$, $4P$.

Značí-li přímka an závaží P , možno naznačiti přímkou am , kteráž tak jest velká jako an , sílu, působící směrem ax , která rovná se síle P . Přímkou možno však naznačovati toliko poměrnou velikost sil, neboť můžeme z délky přímky ustanoviti velikost síly teprv pak, když seznáme poměr této přímky ku přímce oné, jejíž délkou jedna libra se vyjadřuje.

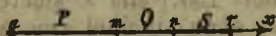
151. Skládání a rozkládání sil. Působí-li současně více sil v nějaké tělo, mohou míti všechny dohromady výsledek jen jeden, pročež můžeme nahraditi všechny jednotlivé působící síly pouze

jedinou silou, jejíž účinek rovná se účinku všech působících sil. Síla, která v tělo *týmž směrem a toutéž velikostí* působí, jako více jiných sil, *zároveň působících*, nazývá se silou *výslednou* č. *výslednicí*; síly pak, jež výslednice nahraňuje a z jejichž účinkův účinek výslednice se skládá, zovou se *složkami*.

Vyhledávání výslednice několika složek slove *skládání sil*; vyhledávání několika sil, jež působí právě tak jako síla jediná, za jejichž výslednici ji pokládáme, nazývá se *rozkládání sil*.

152. Skládání a rozkládání sil v též bod v též přímce působících. a) Působí-li v bod *a* (obr. 151.) síly *P*, *Q* a *S* v též přímce a *týmž směrem ax*, přidruží se k sobě účinky všech tří sil, pročež *velikost výslednice V* rovná se *součtu velikostí složek a*

Obr. 151.



Obr. 152.



má totéž působíště *a* a tentýž směr *ax*. Značí-li přímky *am*, *an* a *ar* poměrné velikosti sil *P*, *Q* a *S*, jest poměrná velikost výslednice rovná součtu $am + an + ar$. Síla *V* může též rozložití se ve složky $P + Q + S$.

Je-li $P=2\text{ žl.}$, $Q=3\text{ žl.}$, $S=4\text{ žl.}$, jest výslednice $V=2\text{ žl.}+3\text{ žl.}+4=9\text{ žl.}$ — Aby vůz s nákladem se pohyboval, musilo by táhnouti jej 7 lidí; zapřáhne-li do vozu koně a pohybuje-li se vůz tak rychle jako dřívě, jest síla koně výslednicí sil sedmi lidí.

b) Působí-li dvě *stejně veliké* síly v bod *a* (obr. 152.) v též přímce *xy* směrem *protivným*, a sice síla *P* směrem *ax* a poměrnou velikostí *am*, síla *Q* směrem *ay* a poměrnou velikostí *an*, tak že $am = an$ a tudíž $P = Q$, tož zůstává působíště *a* v *klidu*, neboť ruší se účinek síly jedné účinkem síly druhé. Síly *stejně veliké*, v též přímce *protivným směrem* působící, nemají žádné výslednice, jsou tedy v *rovnováze*; nutno tudíž souditi i naopak, že síly v též přímce *protivným směrem* působící, jsou-li v *rovnováze*, mají *velikost stejnou*.

Chceme-li tělo jistou silou k zemi *dolů* padající v klidu udržeti, musíme stejně velikou silou táhnouti je *vzhůru*. Táhnou-li koně vůz vzhůru do vrchu silou tak velikou, jakou vůz účinkem těžné síly s vrchu dolů padá, zůstává vůz v *témž místě státi*.

c) Působí-li v bod *a* (obr. 153.) dvě *nestejně veliké* síly směrem *protivným*, a sice síla *P* směrem *ax* a poměrnou velikostí *am*, síla *Q* směrem *ay* a poměrnou velikostí *an*, takže *an* o část *on* větší jest než *am* a tudíž *Q* větší jest než *P*, tož zruší se účinkem menší síly *am*

Obr. 153.



stejně veliká část účinku *ao* síly větší, zbývající pak část *on* síly větší bude působiti. Výslednice sil jest tudíž rovná *rozdílu* obou

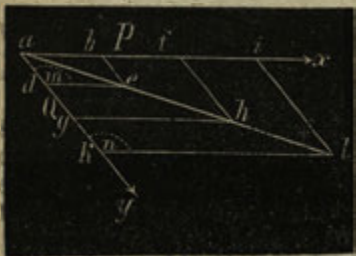
sil a má směr síly větší, t. j. $V = Q - P$. Na místě síly V , jejíž poměrná velikost jest on , možno klásti síly P a Q , jichž poměrné velikosti jsou am a an .

Je-li $P = 7 \text{ čl.}$, $Q = 10 \text{ čl.}$, jest výslednice $V = 10 \text{ čl.} - 7 \text{ čl.} = 3 \text{ čl.}$ — Zdvíháme-li břemeno kolmo vzhůru, nepohybuje se účinkem celé síly, kterou působíme, nýbrž stoupá toliko rozdíllem této síly a své váhy, kterou dolů padati usiluje. — Sud po lize účinkem síly těžné dolů padající zadržujeme v pohybu příliš rychlém, táhnouce jej vzhůru provazem, jež jen poněmhu spouštíme.

d) Působí-li v též přímce jedním i druhým směrem více sil zároveň, vyhledáme nejprve výslednici sil, působících směrem jedním, pak výslednici sil, působících směrem druhým, a výslednice obou těchto výslednic, t. j. rozdíl jejich dá, výslednici všech sil.

153. Skládání a rozkládání sil v týž bod v úhlu působících. a) Působí-li v bod a (obr. 154.) síla P směrem ax , síla Q směrem ay , tak že svírají směry obou sil úhel $axay$, a vykonalo-li by působisté a v první vteřině účinkem síly P dráhu ab a účinkem síly Q dráhu ad , tož docílí se účinku obou sil, když bod a v přímce ax ku bodu b postupuje a současně přímka

Obr. 154.



ax , zůstávajíc vždy s původní polohou rovnoběžna, tak se pohybuje, aby v tom okamžiku, kde a octne se v b , dostihla polohy de . Stalo-li se tak, jest na konci první vteřiny působisté a v bodu e , je-li $de = ab$. Vykonalo-li by působisté ve dvou vteřinách účinkem síly P dráhu af a účinkem síly Q dráhu ag a myslíme-li si opětně, že v témž čase, v němž a směrem ax až do f postupuje, přímka ax , zůstávajíc s původní polohou rovnoběžna,

takž se pohybuje, aby v okamžiku, kdy a octne se v f , byla v poloze gh , tož jest koncem druhé vteřiny bod a v bodu h , je-li $gh = af$. Vykonalo-li by působisté a ve třech vteřinách účinkem síly P dráhu ai a účinkem síly Q dráhu ak , octne se bod a účinkem obou sil zároveň působících na konci třetí vteřiny, jak v předcházejícím vyloženo, v bodu l , je-li $kl = ai$. Body a , e , h , l , ve kterých působisté v rozličných dobách se nalézají, jsou v též přímce al .

Dráhy ab a ad byly vykonány za jednu vteřinu, ai a ak značí dráh, vykonané za tři vteřiny, pročež

$$ab : ai = 1 : 3$$

$$\text{taktéž } ad : ak = 1 : 3$$

a tudíž $ab : ai = ad : ak$; poněvadž $de = ab$ a $kl = ai$,

vyplývá, že $de : kl = ad : ak$.

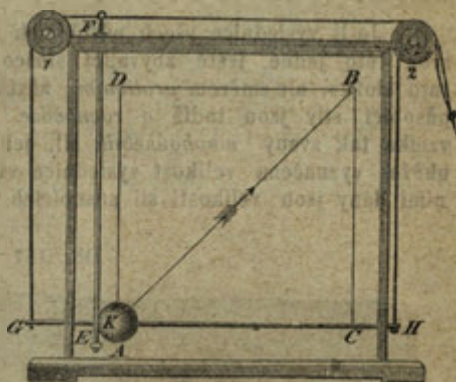
Poněvadž jest $kl \parallel de$, jest $\sphericalangle m = \sphericalangle n$. Z poslední srovnalosti a rovnosti úhlův plyne pak, že $\triangle ade \sim \triangle ak'l$, tudíž $\sphericalangle dae = \sphericalangle kal$, což možno jen tehdy, když body a , e a l jsou v též přímce al .

Spojme-li bod i s bodem l přímkou il , bude $il \parallel a = ak$ i vznikne rovnoběžník $akli$, jehož úhlopříčnou jest al ; značí-li pak ai směr a poměrnou velikost síly P , ak směr a poměrnou velikost síly Q , jsou dány směr i poměrná velikost výslednice úhlopříčnou al onoho rovnoběžníku, jež sestrojíme ze přímek, kterými směr a poměrná velikost složek se vyznačuje, a z úhlu, přímkami těmi sevřeného.

Rovnoběžník, jehož strany vyznačují směr a poměrnou velikost složek a jehož úhlopříčnou dány jsou směr a poměrná velikost výslednice, jmenuje se *rovnoběžník sil*.

Přístrojem, který znázorňuje obr. 155., možno dokázati, že úhlopříčnou rovnoběžníku sil dán jest směr výslednice. Na tyčince GH jest navlečena koule K ; zdvihá-li se tyčinka šňůrami na kladkách 1 a 2, aby zůstávala vždy s původní polohou GH rovnoběžna, pohybuje se koule K směrem AD a dostihne bodu D , když tyčinka GH octne se v poloze DB .

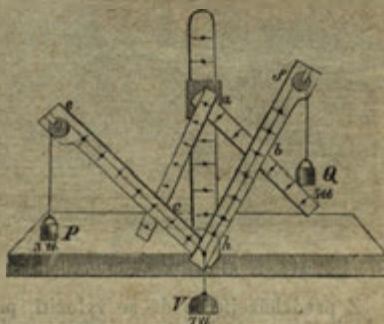
Obr. 155.



Obr. 156.

Vidlice EF pohybuje se šňůrou, v kroužku F upevněnou a na kladku 2 položenou, s levé strany ku pravé a posouvá kouli K na tyčince GH směrem AC , tak že koule K octne se v C , když vidlice přišla do polohy BC . Pohybují-li se tyčinka GH a vidlice EF současně, nekoule pohybuje se směrem AD , ni směrem AC , nýbrž pohybuje se směrem AB , t. j. směrem úhlopříčné rovnoběžníku, sestrojeného ze směrův AD a AC obou složek.

Ku dokladu toho, že úhlopříčnou rovnoběžníku sil netoliko naznačen směr, nýbrž i dána velikost výslednice sil v úhlu působících, slouží přístroj, znázorněný obr. 156. Pravidko ah , v palce rozdělené a v každém oddílu průvrtem opatřené, upevněno kolmo dolejším koncem v podstavci. Pravidka ab , ac , a hb , hc , taktéž v palce rozdělená a v každém oddílu průvrty opatřené, možno vespolek a s pravidkem ah kuličky spojití tak, že skládají rovnoběžník s příslušnou úhlopříčnou. Spojíme-li pravidka v bodech a , b , c , h vespolek a v bodech a a h s pravidkem kolmým, vznikne rovnoběžník $abch$ s úhlopříčnou ah . Na kladkách e a f pohybuje se šňůry he a hf , u h s třetí šňůrou spojené. Na šňůru he zavěsíme závaží P a na šňůru hf závaží Q . Jsou-li závaží ta poměrná stranám rovnoběžníku hc a hb , kterými směr a poměrná velikost složek jest vyznačena, je-li totiž $P = 3 \mathcal{M}$, a $Q = 5 \mathcal{E}$, tož jest směr a poměrná velikost výslednice V sil P a Q dána úhlopříčnou ha i musíme tudíž na dolejší šňůru zavěsiti závaží $V = 7 \mathcal{E}$, aby účinek výslednice silou stejně velikou a



protivným směrem, t. j. kolmo dolů působící se zrušil a rovnováha se zachovala. — Spolu možno přístrojem tímto dokázati, že velikost výslednice řídí se netoliko velikostmi obou složek, nýbrž i velikostí úhlu, jež směry složek svírají. Spojíme-li totiž pravídka ab a ac s pravídkem ah v některém jiném oddílu nad a neb pod a ležícím, jest úhlopříčná rovnoběžníku větší neb menší i musíme též v h zavěsiti závaží *větší* neb *menší*, ale vždy poměrné velikosti úhlopříčné.

Působí-li více sil v jakýchkoli úhlech v nějaký bod, vyhledáme výslednice jejich, když, sestrojivše nejprve rovnoběžník dvou sil, ustanovíme úhlopříčnou jeho výslednici těchto dvou sil. Pak vyhledáme týmž způsobem výslednici první výslednice a síly třetí, i nabudeme takto výslednice tří sil. Vyhledávajíce takto postupně sestrojením příslušných rovnoběžníkův výslednici výslednice předcházející a síly následující, nabýváme konečně výslednice poslední, kteráž jest výslednicí všech působících sil.

Je-li výslednice všech působících sil *kromě jedné* rovna velikosti svou této jedné, ještě zbývající složce a působí-li v též *přímce* jako tato složka, ale směrem *protivným*, zůstává působiště sil v klidu a všechny působící síly jsou tudíž *v rovnováze*. — Sestrojením rovnoběžníků vzniká tak zvaný *mnohouhelník* sil, jehož jednou stranou, jak nákres ukáže, vyznačena velikost výslednice všech sil a jehož stranami ostatními dány jsou velikosti sil působících.

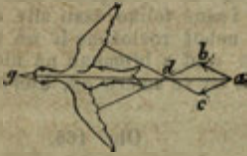
Obr. 157.



Z předcházejícího dá se vyložit, proč loď a (obr. 157.), kterou plavec a spolu i vítr o plachtu se opírající, pudí směrem ac , kdežto *současně* proud unáší ji směrem ab , po uplynutí té doby, ve které octla by se účinkem jedné síly v c a účinkem druhé síly v b , nalezá se v d , proběhnuvši dráhu $ad'd''d$, kteráž jest úhlopříčnou rovnoběžníku $abcd$, ze směrův sil sestrojeného. — Člověk směrem ac (obr. 157.) plovoucí a proudem ve směru ab unášený, pohyboval by se taktéž směrem ad . — Pták odráží v letu vzduch křídly svými k oběma stranám (obr. 158.) a vzduch chtěje původní místo zaujmouti, působuje tlak ve směrech protivných, čímž vzniknou síly ab a ac , jichž výslednicí ad

pták směrem ag se pohybuje. — Naráží-li ryba ocasem na vodu směrem ba (obr. 159.), působí voda tlakem ve směru ab , naráží-li ryba na vodu směrem ca , působí voda tlakem ve směru ac . Následují-li rázy ty velmi rychle za

Obr. 158.



Obr. 159.

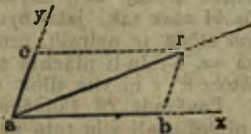


Obr. 160.



se bou, působí tlaky směrem ab a ac téměř současně a výslednicí jejich pohybuje se ryba směrem ad ku předu. — Z pohybu rukou a nohou plovoucího člověka (obr. 160.) a z tlaku vody pohybem tím zplozeného dá se podlé předcházejícího vyložiti, proč voda plavce směrem ab puďí. — Skočí-li člověk směrem ax (obr. 161.) s vozu, jedoucího směrem ay , dopadne k zemi v b , neboť skokem vykonal by dráhu ab a dopadl by k zemi v b , setrvačností v pohybu (s vozem ku předu) vykonal by současně dráhu ac a octnul by se v c ; poněvadž působí obě síly současně, pohybuje se člověk účinkem výslednice obou sil ve směru ar . Spolu z toho patrně, proč jest nebezpečno, skákat s vozu, zvláště po straně a při rychlé jízdě. — Vykonal-li koule směrem

Obr. 161.



Obr. 162.



ax (obr. 161.) vržená, za jistou dobu dráhu ab a puď-li jí současně vítr z a do c , tož koná koule účinkem výslednice obou sil dráhu ar . — Vyskočí-li jezdec kolmo vzhůru a vykonal-li by dráhu ab (obr. 162.) v téměř čase, ve kterém na koni byl by dojel z a do c , tož pohybuje se současným účinkem skoku a setrvačností ve výslednici jich ad ; octnuv se v d , počíná vahou svou padati směrem dc , setrvačností puďí ho však směrem de , pročež padá opět ve výslednici df a dostihne v bodu f koně, který zatím tam byl dojel. Tak pohybují se i předměty, které jezdec vzhůru vyhazuje a v jízdě neustáváje opět chytá.

b) Poměrná velikost síly naznačuje se přímkou a každou přímkou možno učiniti úhlopříčnou nesčíslného počtu rovnoběžníků, můžeme tudíž každou sílu, považující ji za výslednici, rozložití ve dvě složky v jakémkoliv úhlu působící. Poněvadž každá složka může opět se rozložití ve dvě složky, jichž směr jistý úhel svírají, patrně, že postupným rozkládáním můžeme rozložití každou sílu v libovolný počet sil, v libovolných úhlech a tudíž v libovolných směrech působících.

K potřebám obecným rozkládá se síla ve složky obyčejně tak, aby pouze jedna složka určitým směrem působila, druhá pak žádného účinku nejevila; nejčastěji bývají směry složek na sobě kolmo.

Táhne-li kůň loď ve směru ab (obr. 163.) silou, jejíž poměrná velikost dána jest přímkou ab , tož možno rozložiti ab ve složky ad a ac . Poněvadž účinek složky ad ruší se odporem vody na bok lodi tlačící, zbývá pouze složka ac , kterou loď postupuje. — Právě tak pohybují se i saně toliko částí síly ab (obr. 164), kterou koně ve směru ax je táhnou; neboť rozložíme-li ab ve složky ac a ad , ruší se složka ad ve směru az vahou saní a břemene na nich naloženého i může tudíž působiti pouze druhá složka ac ve směru ay , kterým

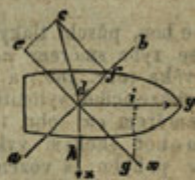
Obr. 163.



Obr. 164.



Obr. 166.

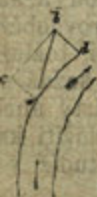


Obr. 165.



saně se pohybují. — Tlačí-li veslář na veslo silou ab (obr. 165.), kterou rozložili jsme ve složky ac a ad , tož ruší se účinek složky ad i zbývá pouze složka ac , působící ve směru ay . Síla ac působí však tak, jako bychom ve směru ay na vodu tlačili a o ni jako o pevnou stěnu se opírali, pročež pohybuje se loď směrem protivným, totiž směrem ax . — Je-li plachta na stěžni korábu upevněna v poloze ab (obr. 166.) a působí-li v ni vítr silou cd , tož, rozloživše sílu tu, nabudeme složek cd a fd . Poněvadž fd žádného účinku nejví, působí pouze složka cd směrem cx , a přeložíme-li sílu tuto na přímku dx , jeví se dg co poměrná velikost její. Rozkladem síly dg vznikají složky dh a di , a poněvadž voda, na bok lodi tlačící, účinek ve směru dz ruší, zbývá pouze složka di , kterou loď směrem dy ku předu se pohybnje. Aby loď určitým směrem ploula, třeba tudíž plachty obrátiti vždy tak, by složka větru, jejíž účinek jest možný, ve směru žádaném působila. — Rozkladem síly, kterou vítr na lopaty větrného mlýna tlačí, vznikají dvě složky, z nichž jedna nečinnou zůstává, druhá pak kolo otáčí. — Stoupání a plování papírových draků ve vzduchu lze na témž základě vysvětliti. — V každém značnějším záhybu způsobuje řeka vždy škody na pobřeží. Značí-li ab (obr. 167.) směr

Obr. 167.



Obr. 168.



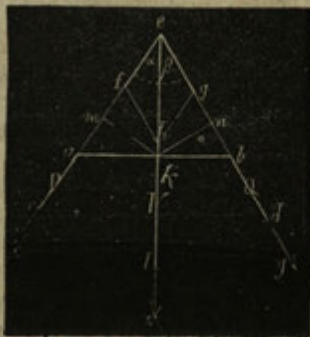
Obr. 169.



a velikost síly, kterou by voda, v a se octnuvši, dále postupovala, kdyby záhyb tomu nebránil, a rozložíme-li ab ve složky ac a ad , tož účinkem složky ad voda v řečišti postupuje, účinkem složky ac pak na břeh naráží a jej porušuje. Poněvadž složka ad menší jest než síla ab , pohybuje se voda z bodu a volněji, i odtéká jí odtud méně, než jí v témž čase přitéká, pročež řeky v záhybech nezřídka ze břehů vystupují a pobřeží svá zavodňují. Labe činí každoročně nesmírné škody na pobřežích svých, majíc velmi četné záhyby. — Provaz ab (obr. 168.), na koncích upevněný, napne se závažím V , v c zavěšeným. Naznačíme-li velikost napnutí přímkami ac a bc a sestrojíme-li rovnoběžník sil, jeví se úhlopříčná cd co výslednice, kteráž rovná se toliku librám, kolik V váží. Složky ac a bc jsou větší nežli síla cd , pročež napíná se provaz silou tolikrát větší, kolikrát ac větší jest než cd , tudíž možno provaz neb drát dlouhý a silně napnutý lehkým na něj zavěšeným závažím neb i nepatrným rázem přetřhnouti. — V rozkládání sil spočívá úprava kolena, jež záleží ve dvou ramenech AM (obr. 169.) a BM , v M kloubem spojených. Rameno AM se opírá kloubem A o nehybnou podporu, rameno BM spojeno kloubem B s hybnou deskou, která na předmět, pod ní ležící, se tlačí. Působí-li v M síla, jejíž směr a poměrnou velikost značí přímka MD , tož rozloží se MD ve složky ME a MF ; složka ME ruší se hořejší operou, složka MF , která působí, může pak opět rozložití se ve dvě složky, z nichž jedna vodorovně působí a nečinnou zřutává, druhá pak, kolmo dolů působící, předmět pod deskou B se nalezající stlačuje. — Ku zdvihání berana, k zarážení kolů do země užívaného, třeba značné síly, kteráž rozkládá se ve složky tím způsobem, že provaz, kterým beran se zdvihá, rozvětven jest ve více ramen, v úhlech se rozbíhajících, a že na každém rameni jeden muž táhne.

154. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry nerovnoběžnými působících. — **Moment sil.** a) Působí-li v bod a (obr. 170.) síla P směrem ax a poměrnou velikostí ac , v bod b síla Q směrem by a poměrnou velikostí bd , mohou míti síly tyto výslednici jen tehdy, když působíště jejich a a b jsou vespolek pevně spojena. Jsou-li směry sil P a Q , totiž přímký ax a by v též rovině, vyhledáme výslednici, když směry obou sil prodloužíme, až setkají se ve společném bodu e . Poněvadž bod tento jest ve směru obou sil, možno, jak bylo na počátku odst. 150. vyloženo, působíště obou sil do tohoto bodu přenést, aniž by změnil se tím účinek sil. Sestrojíme-li pak $ef = ac$ a $eg = bd$, značí ef a eg poměrné velikosti sil P a Q , a úhlopříčnou ek rovnoběžníku $efgh$ dán jest směr i určena poměrná velikost výslednice sil P a Q . Není-li bod e , ve kterém prodloužené směry obou sil spolu se stýkají, s body a a b spojen, možno přeložití působíště výslednice do jiného bodu, ve směru az ležícího, který s oběma působíšti a a b pevně jest spojen. Přeložíme-li ku př. působíště výslednice V do bodu k , ve kterém přímka az přímkou ab přetíná, a učiníme-li $kl = ek$, jsou přímkou kl dány směr i poměrná velikost výslednice V obou sil P a Q .

Obr. 170.



b) Působí-li více než dvě síly, každá v jiném působišti, a jsou-li všechna působišť v pevný celek spojena, vyhledáme nejprve výslednici dvou sil, pak výslednici této první výslednice a síly třetí atd., až zbývá pouze jediná síla. Výslednice této síly a výslednice naposledy určené jest pak výslednicí všech působících sil.

c) Považujice sílu V , v bod e směrem ez a poměrnou velikostí eh působící, co výslednici, můžeme ji rozložití ve složky P a Q směrem ex a ey působící. Sestrojením rovnoběžníku $efhg$ objeví se ef a eg co poměrné velikosti těchto složek i můžeme pak přeložití působišť síly P do kteréhokoliv bodu v přímce ex a působišť síly Q do kteréhokoliv bodu v přímce ey ; jsou-li působišť sil P a Q s působišťem síly V pevně spojena, jest účinek sil P a Q týž, jako účinek síly V , i možno tudíž sílu V oběma silami P a Q nahraditi. Poněvadž P i Q lze opět dvěma v rozličných bodech působícími složkami nahraditi, můžeme tudíž každou sílu rozložití ve více sil, působících směry rozličnými v bodech rozličných ale s působišťem původní síly pevně spojených.

Moment sil. Směr výslednice *stejně velikých sil pŕlíl ůhel*, jež směry obou sil spolu svírají; neboť není příčiny, proč by měl býti směr výslednice směru složky jedné blíže, než směru složky druhé. Směr výslednice dvou *nestejně velikých* sil skládá se směrem síly *větší* ůhel tolikráte *menší*, kolikrát síla tato větší jest než druhá; neboť čím větší je složka, tím více přibližuje bod se pohybující směru vlastnímu a tím více vzdaluje jej ode směru druhé menší síly.

Je-li $ac = bd$ (obr. 170.) a tudíž $P = Q$, jest též $\alpha = \beta$; je-li však Q větší než P , jest ůhel β menší než ůhel α , a sice β tou měrou menší než α , kterou Q větší než P .

Vzdálenost směru výslednice ode směru složek měří se nejkratšími přímkami, totiž *kolmicemi*, vedenými ze kteréhokoliv bodu výslednice na směry obou složek. Je-li $km \perp ax$ a $kn \perp by$, jest kn tolikráte menší než km , kolikráte Q větší jest než P , tak že

$$P : Q = kn : km,$$

t. j. *kolmice*, vedené ze kteréhokoliv bodu, ve směru výslednice V ležícího, na směry složek P a Q , jsou v převráceném poměru s velikostmi těch složek.

Ze srovnalosti $P : Q = kn : km$ plyne pak, že $P \times km = Q \times kn$. Součin síly a vzdálenosti směru jejího od kteréhokoliv bodu ve směru výslednice ležícího zove se *statický moment* té síly vzhledem k tomu bodu výslednice, z něhož kolmice, vzdálenosti směrů naznačující, byly sestrojeny. Možno tudíž výše vytknutou rovnost $P \times km = Q \times kn$ vyjádřiti takto:

Statické momenty dvou sil jsou vzhledem ku kterémukoliv bodu, ve směru výslednice jejich ležícímu, sobě rovný.

155. Skládání a rozkládání sil v rozličné body směry rovnoběžnými působících. a) Působí-li v bod a síla P (obr. 171.)

směrem ax a v bod b síla Q směrem by , směřují-li obě síly v tutéž stranu a jsou-li směry jich rovnoběžny, totiž $ax \parallel by$, a jsou-li působíště a a b pevně spolu spojena, lze výslednici sil P a Q následovně ustanoviti: Poněvadž mají obě síly *týž směr*, musí i výslednice, jejíž účinek rovná se účinku obou sil, zároveň působících, míti směr *se směry ax a by rovnoběžný*; poměrná velikost výslednice musí rovnati se *součtu poměrných velikostí obou složek*, t. j. $V = P + Q$, neboť působí-li síly týmž směrem, druží se účinek síly jedné k účinku síly druhé. Potřebí tudíž vyhledati pouze působíště vý-

slednice. K tomu užije se výše v-
tknutého zákona o rovnosti stati-
ckých momentů dvou sil vzhledem
k některému bodu ve směru výsled-
nice jejich ležícím. Sestrojíme mn
kolmo na ax a tudíž také kolmo na
 by , vyhledáme v kolmici mn bod o ,
kterýž jest bodem ve směru výsled-
nice ležícím, když kolmici mn roz-
dělíme bodem ve dvě části mo a no ,
jež jsou v převráceném poměru se
sílymi, na jejichž směrech stojí kolmo.
Je-li o bod ve výslednici ležící, musí
býti $P \times om = Q \times on$, pročež $mo : no = Q : P$. Kdyby síla Q se
zvětšila, musilo by i mo se zvětšiti a tudíž no se zmenšiti a byl
by ku př. bod h bodem výslednice, když by $mh : hn = Q : P$.



Ze srovnalostí $mo : no = Q : P$ lze délku přímky mo a tudíž polohu bodu o ustanoviti, neboť

$$\text{pročež } \begin{aligned} mo : no &= Q : P \\ mo : mo + no &= Q : Q + P \end{aligned}$$

$$\text{čili } mo : mn = Q : V, \text{ z čehož } mo = \frac{mn \times Q}{V}. \text{ Poněvadž}$$

Q, V a mn jsou známy, lze mo vypočísti. — Je-li ku př. $P = 5 \text{ čl.}$, $Q = 7 \text{ čl.}$,
a tudíž $V = 7 \text{ čl.} + 5 \text{ čl.} = 12 \text{ čl.}$ jest $mo = \frac{mn \times 7}{12}$, t. j. rozdělíme-li kolmici mn
ve 12 stejných dílův, náleží přímce mo 7 těchto dílův, i nalézá se tedy bod o
na konci sedmého dílu, počítáme-li díly od m .

Vedeme-li bodem o přímku ez rovnoběžně s ax a by , můžeme působíště výslednice V přeložiti do bodu e a je-li ef rovnou součtu poměrných velikostí obou složek $ac + bd$, značí ef poměrnou velikost výslednice V . Je-li bod h bodem ve výslednici ležícím, jest g působíště a gp směr výslednice.

Vedeme-li bodem o přímku $rs \parallel ab$, vzniknou trojúhelníky mro a sno , ve kterých $\sphericalangle mor = \sphericalangle son$ a $\sphericalangle omr = \sphericalangle ons = 90^\circ$, pročež jsou trojúhelníky ty podobny a tudíž

$$\begin{aligned} \text{poněvadž } mo : no &= or : os, \\ \text{patrnó, že též } mo : no &= Q : P, \\ \text{bude } or : os &= Q : P \text{ a poněvadž } or = ea \text{ a } os = eb, \\ &ea : eb = Q : P. \end{aligned}$$

Spojíme-li tudíž působíště a a b přímkou ab a rozdělíme-li přímku tuto v tolik stejných dílů, koliku librám síly $P + Q$ se rovnají, vyhledáme působíště výslednice jednoduchým způsobem, když od a počínaje tolik dílů na přímce ab sečteme, koliku librám Q se rovná; na konci posledního z těchto sečtených oddílů jest působíště výslednice, neboť je-li ku př. v e působíště výslednice, bude $ea : eb = Q : P$.

Zákon právě odvozený lze zkouškou dovoditi. Tyč ve stejné díly, ku př. v palce rozdělená a v každém oddílu kroužkem o patřené zavěsí se uprostřed

Obr. 172.

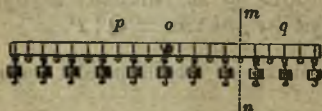


Obr. 173.

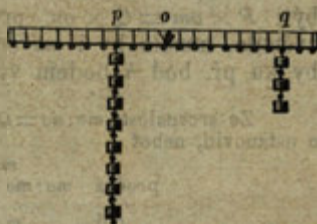


na siloměr (obr. 25. na str. 98) a ve stejných vzdálenostech ode středu zavěsí se na tyč stejná závaží, ku př. ve 4. kroužku ode středu vpravo i vlevo 1 libra (obr. 172.) Účinek na siloměru zůstane tentýž, když obě libry zavěsíme v kroužku prostředním (obr. 173.). Zavěsíme-li na tyč více *stejných* závaží s obou stran středu tak, aby vždy po dvou stejně byla vzdálena ode středu o (obr. 174.) a myslíme-li si tyč rozdělenou přímkou mn ve dva nestejně díly, tož spůsobí dle předcházejícího tři závaží na kratším dílu tyče zavěšená

Obr. 174.



Obr. 175.



tyž účinek na siloměru, když všechna tři zavěsíme ve středu jejich q (obr. 175.) a osm závaží na delším dílu tyče zavěšených spůsobí tyž účinek, když všech osm zavěsíme v středu jejich p (obr. 175.). Zavěsíme-li konečně všech 11 závaží ve středu o , jeví se na siloměru tyž účinek jako když bylo každé závaží zavěšeno zvláště, jako na obr. 174., aneb když byla zavěšena v q tři a v p osm závaží jako na obr. 175. Z toho patrné, že výslednice rovná se součtu sil a že vzdálenosti směrů složek ode směru výslednice jsou v převráceném poměru s velikostmi sil, neboť je-li v $p = 8$ *čl.* a v $q = 3$ *čl.*, jest $oq = 5''$ a $op = 3''$.

b) Působí-li více než dvě síly v působíštích rozličných ale vespolek pevně spojených směry rovnoběžnými v tutéž stranu, skládají se vždy po dvou tak dlouho, až nabudeme výslednice poslední, která jest výslednicí všech působících sil.

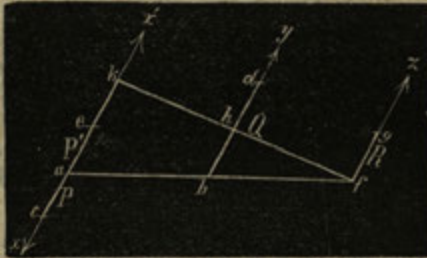
c) Každou sílu lze rozložit ve dvě složky, působící rovnoběžnými směry v tutéž stranu v rozličných působíštích a poněvadž i každou složku opět takto můžeme rozložit, lze tudíž nahraditi

každou sílu jakýmkoliv počtem sil, působících rovnoběžnými směry v tutéž stranu a v rozličných působíštích.

Táhnou-li dva koně vůz, táhne každý kůň dvěma postráňky, působí tudíž vlastně čtyři síly ve čtyřech rozličných působíštích; vůz pohybuje se účinkem výslednice, jejíž velikost rovná se součtu velikosti všech čtyř sil a jejíž působíště jest v háku na vozi, v němž váhy jsou zavěšeny. — Podéprme-li trám na obou koncích a leží-li na trámu břemeno uprostřed, tož tlačí na každou podporu polovice váhy trámu a váhy břemene; je-li břemeno jedné podpore blíže, připadá na podporu tuto větší část břemene, než na podporu druhou, a sice jsou části břemene na obě podpory připadající v převráceném poměru se vzdálenostmi břemene od podpory. — Nesou-li dva lidé břemeno 90 liber těžké, na tyči 6' dlouhé, kde je musí zavěsiti, aby jeden 60 a druhý 30 liber nesl? Poněvadž $P:Q=60:30=2:1$, rozdělí se tyč na tři stejné díly, a břemeno zavěsí se na konci jedné třetiny tyče. Na toho, který ponese na konci delším, připadne pak 30 liber, na onoho, který ponese na konci kratším, připadne 60 liber.

d) Působí-li síly P a Q (obr. 176.) v působíštích a a b , v pevný celek spojených, směry rovnoběžnými ale protivrannými ax a

Obr. 176.



by , a jsou-li ac a bd poměrné velikosti sil P a Q , tak že jest bd větší než ac a tudíž Q větší než P , vyhledá se výslednice působem následujícím:

Sílu větší, totiž Q rozložíme ve složky P' a R tak, aby $P'+R=Q$, složku P' učiníme rovnu P a přeložíme působíště její do a , velikost druhé složky bude $R=Q-P'=Q-P$ a působíště její f lze vyhledati.

Ze srovnalosti $bf:ab=P':R$, kteráž výše byla odvozena, a z rovností $P'=P$ a $R=Q-P$ vyplývá, že $bf:ba=P:Q-P$, pročež $bf=\frac{ab \cdot P}{Q-P}$, z čehož bf a tudíž i působíště složky R možno vyhledati.

Na místě síly Q působí nyní síly P' a R . Poněvadž P' a P , působíce v též přímce směrem protivranným a jsouce stejně veliké, v účincích svých vespolek se ruší, působí pouze složka R , kteráž jest tedy výslednicí sil P a Q . Jak patrné, rovná se výslednice, sil rovnoběžně v protivranném směru působících, rozdílu sil a má směr síly větší. I v tomto případě jsou statické momenty

sil vzhledem k některému bodu ve směru výslednice ležícímu sobě rovny. Je-li totiž f působíště výslednice, $fh \perp by$, $fk \perp ax$, jest $P \times fk = Q \times fh$.

Vzdálenosti působíšť sil o l působíště výslednice jejich jsou v převráceném poměru s velikostmi sil, t. j.

$$P : Q = bf : af \text{ a poněvadž } \triangle bfh \sim \triangle afk$$

$$\text{a tudíž } \frac{bf : af = fh : fk}{P : Q = fh : fk, \text{ pročež } P \times fk = Q \times fh.}$$

e) Působí-li více sil rovnoběžnými ale protivaými směry ve více působíšťech, vyhledáme nejprve výslednici všech sil, působících v jednu stranu, pak výslednici všech sil, působících v druhou, protivnou stranu, výslednice obou těchto výslednic jest pak výslednicí všech sil.

b) Rovnováha v poloze těles.

156. Těžiště. Každé tělo jest složeno z nescíslného množství částic *hmotných* a tudíž *těžkých*, pročež každou tuto částici země do středu svého přitahuje. Směry sil těžných, ve všechny jednotlivé částice těla působících, stýkají se ve středu zemském (odst. 21.). Poloměr země naší obnáší téměř 800 mil, možno tedy, nemá-li tělo rozměru příliš velikého, směry sil těžných, ve všechny hmotné částice těla působících, pokládati za *rovnoběžné*, a poněvadž jsou nejmenší hmotné částice těla stejné a ode středu zemského téměř stejně vzdálené, lze těžné síly v ně působící pokládati za *stejně veliké*.

Výslednice všech těžných sil, v tělo působících, působí rovnoběžným a týmž směrem jako všechny jednotlivé síly těžné, i rovná se tudíž dle odst. 155. *součtu* jejich a velikost výslednice této jest *prostá váha* těla.

Poněvadž jsou všechny hmotné částice těla pevně spolu spojeny, protíná směr výslednice všech sil těžných, v tělo působících, při jakémoliv poloze těla *tentýž jeden bod*, který *působíštěm této výslednice* jest a *těžiště* se nazývá.

Svislá přímka, těžiště protínající, naznačuje *směr*, kterým by těžiště k zemi padalo, kdyby překážky padání jeho nebránily, a kterým skutečně k zemi padá, když překážek není.

Z předcházejícího lze vyložit:

a) Každé pevné tělo má těžiště a může míti *pouze jedno* těžiště.

b) Kapaliny a vzdušiny mohou míti těžiště jen tenkrát, když jsou částice jejich nepohnutelně spolu spojeny, t. j. když jsou v nádobách uzavřeny, kdež možno pokládati je za tělo souvislé (takřka pevné).

c) Poloha těžiště mění se, jakmile změnily se tvar neb hmotnost těla.

d) Váhu těla možno si mysliti soustředěnu v těžišti jeho a možno tudíž pokládati všechny ostatní, mimo těžiště ležící hmotné částice těla za netěžké.

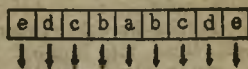
e) Účinkem výsledné síly těžné snaží se těžiště směrem přímky svislé, která těžiště protíná, do středu zemského se pohybovati a padá tudíž při jakékoliv poloze těla co možná nejhlouběji.

Dvojkružel pohybuje se *vzhůru* po nakloněné rovině tak upravené, aby pohybem tímto těžiště dvojkružele *dolů* padalo.

157. Stanovení polohy těžiště. a) *Rovná a velmi tenká tyčinka, kterou možno pokládati téměř za těžkou přímku* (fysickou čáru přímou), má těžiště *u prostřed.* Hmotné částice tyčinky takové možno mysliti si vždy po dvou ode středu jejího stejně vzdáleny a poněvadž jsou síly, ve dvě takových částic působící, stejně veliké, jest působistiše výslednice těchto sil, t. j. těžiště tyčinky, u prostřed mezi oběma působistiši složek, tudíž ve středu tyčinky.

Tyčinka *es* (obr. 177.) má těžiště *v a*, neboť jest *a* působistiše výslednice sil těžkých *v* částice *a, b b, c c, d d a e e* působících.

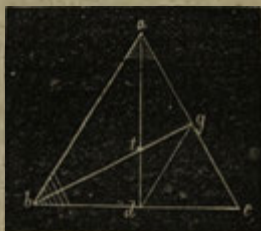
Obr. 177.



b) Tělo *tloušťky nepatrné* možno pokládati téměř za *plochu z velmi tenkých tyčinek* (fysických přímek) složenou. Těžiště každé takové tyčinky jest *v středu jejím*, pročez jest těžiště všech jednotlivých tyčinek, plochu skládajících, a tudíž i těžiště celé plochy ve přímce, která všechny tyčinky púli a proto z těžiště všech tyčinek se skládá. Přímka ve které těžiště těla se nalézají, jmenuje se *těžná přímka*. Vyhledáme-li dvě těžné přímky nějaké plochy, jest těžiště plochy *v bodu*, ve kterém obě tyto přímky se stýkají; neboť má každé tělo pouze jedno těžiště a je-li těžiště plochy *v každé z obou těžných přímek*, musí býti *v bodu oběma přímkám společném*.

Trojúhelník *abc* (obr. 178.) možno rozdělití *v tyčinky se stranou bc rovnoběžné*. Půlíme-li stranu *bc* *v bodu d* a spojíme-li *d s a*, jest *ad* těžná přímka, neboť púli všechny tyčinky, z nichž trojúhelník *abc* se skládá. Půlíme-li stranu *ac* *v g* jest *bg* druhá těžná přímka a bod *t*, *v němž obě těžné přímky se stýkají*, jest těžiště trojúhelníku *abc*.

Obr. 178.



Těžiště ploch pravidelných jako na př. čtverce, rovnoběžníku, pravidelného šestiúhelníku, plochy kruhové, plochy elipsovité atd. jsou *v geometrickém středu jejich*, neboť protínají se všechny těžné přímky, způsobem výše vytknutým sestrojené, *v geometrickém středu ploch pravidelných*.

c) Těžiště těles, jež nelze pokládati ni za přímku ni za plochu, poněvadž mají všechny tři rozměry (délku, šířku i výšku)

značně veliké, ustanovíme, vyhledavše bod všem těžným přímkám společný. U těles tvaru geometrického možno těžné přímky sestrojiti a těžiště geometricky vyhledati. Má-li tělo tvar nepravidelný, vyhledává se těžiště zkusmo a sice *zavěšením* aneb *podeptáním* jich.

Tělo zavěšené padá tak dlouho, až se octne těžiště jeho v nejnižší možné poloze, kdež pak musí se nalézati v přímce, již nabudeme prodloužením směru napnuté šňury, kterou tělo jest zavěšeno; neboť jen při této poloze těžiště ruší se účinek výslednice všech těžných sil, šňuru napínající, odporem šňury. — Každá přímka, prodloužením směru napnuté šňury vznikající, jest tedy přímkou těžnou. Zavěsivše plochu ve dvou rozličných bodech, nabýváme prodloužením směru napnuté šňury dvou těžných přímek, zavěsivše tělo ve třech rozličných bodech nabýváme tří těžných přímek, a bod přímkám těmto společný jest hledané těžiště. V těle na ostré hraně podepřeném musí býti těžiště ve svисné rovině, která hranu v sobě obsahuje; vyhledáme-li dvě neb tři takovéto roviny, podepřevše tělo na ostré hraně ve dvou neb třech rozličných polohách, jest těžiště těla v bodu, všem těmto rovinám společném.

Těžiště krychle (kostky) aneb koule jest v geometrickém středu jejich, mají-li tělesa tato hutnost naskrze rovnoměrnou. — Těžiště hranolu aneb válce všude stejně hutného jest v středu přímky, která spojuje těžiště hořejší a dolejší základné plochy. — Těžiště jehlanu a kuzele jest na konci první čtvrtiny té přímky, která spojuje těžiště základné plochy s vrcholem jehlanu neb kuzele.

d) Tělesa dutá tvaru pravidelného mají těžiště v geometrickém středu a tudíž mimo hmotu.

Těžiště dutého válce, duté koule, duté krychle, prstenu atd. jest v geometrickém středu, tudíž mimo hmotu jejich.

e) Není-li hutnost těla všude naskrze stejnou, nelze těžiště geometricky stanoviti, možno toliko souditi, že jest těžiště hutnější části blíže. Tělesa mající hutnost nerovnoměrnou, byvše podepřena neb zavěšena, zaujímají vždy polohu takovou, při které část hutnější, v níž jest těžiště, co možná nejnižše se nalézá.

Válec dřevěný naskrze stejně hutný, zůstává na rovině vodorovné v klidu v jakékoliv poloze. Je-li však válec po jedné straně přímo pod povrchem opatřen dutinou, olovem vyplněnou, zůstává v klidu jen tenkrát, když část olovem vyplněná, ve které těžiště válce se nalézá, jest *nejnižše*. Válec takový pohybuje se po šikmé rovině *vzhůru*, když pohybem tímto těžiště *níže* padá. — Sklenice s dnem velmi silným má těžiště ve dnu, v němž nejvíce hmoty soustředěno; převrhne-li se taková sklenice, stává se sama opět na dno, poněvadž jen v této poloze těžiště její jest *nejnižše*. — Falešné kostky mají po jedné straně dutinu olovem vyplněnou a padají tudíž, byvše vrženy jakkoliv, vždy touto stranou dolů. — Sloupek z bezové duše, na jednom konci jakýmkoliv způsobem (ku př. hřebíčkem do konce toho zaraženým) obtěžkaný, stává se sám vždy kolmo a koncem obtěžkaným *došů* obrácen; podobně stává se i mnohé dětské hračky, tak zvaní *vstavači*, mající těžiště v *určitém* místě, vždy do *určité*

a sice takové polohy, při které těžiště co možná nejnižší místo zaujímá — Tak zvané vejce *Kolumbovo*, t. j. obyčejné vejce, do něhož něco rtuti přidáno, stojí i na špičce, poněvadž obrátíme-li vejce špičkou dolů, klesá rtuť do špičky a zaujme tudíž rtuť a spolu i těžiště celého vejce polohu nejnižší. — Přemítání dřevěných figurek po schůdkách dolů zakládá se v přeměňování polohy těžiště, v setrvačnosti a pružnosti.

158. Rovnováha těles. Aby tělesa nepadala, čili aby v rovnováze zůstávala, musí působiti v ně síly neb překážky, jichž velikost rovná se váze těla a jichž směr jde těžištěm *svisle vzhůru*.

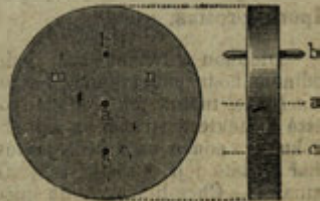
a) Má-li tělo v rovnováze polohu takovou, aby těžiště jeho *zdvihalo se a přicházelo výše než dříve*, když tělo, byť i nepatrně z polohy své se vyšine, tož jest tělo *v rovnováze stálé*; neboť tělo, byvši samo sobě ponecháno, ihned opět původní polohy nabývá, poněvadž těžiště snaží se padnouti co možná nejnižše.

b) Je-li rovnováha těla taková, že těžiště jeho *padá*, totiž *níže než dříve přichází*, když tělo, byť i nepatrně, z polohy své bylo vyšínuto, tož zoveme rovnováhu tuto *vrátkou* č. *nestálou*, neboť tělo, nemohouc nabýti polohy původní, poněvadž těžiště jeho *vzhůru* pohybovati se nemůže, padá č. *převrací se* tak dlouho, až těžiště jeho co možná nejhlubšího místa dostihne.

c) Když těžiště těla vyšínutím jeho z polohy původní ni se nezdvihá, ni nepadá, nýbrž vždy v stejné výšce zůstává, má tělo *rovnováhu volnou* (indiferentní), t. j. zůstává v každé poloze, do které bylo pošínuto.

Má-li kotouč, obr. 179. znázorněný, těžiště své v *a* a je-li v *b* podepřen (na ose zavěšen), jest *v rovnováze stálé*; neboť vrací se do polohy, ve které jest znázorněn, ihned, jakmile přestala působiti síla, kterou byl z polohy této vyšínut, poněvadž vyšínutím kotouče z této polohy těžiště směrem *am* neb *an* se pohybuje a tudíž *výše* stoupá. — Je-li v *a* těžiště a v *c* podpora (osa) kotouče, jest rovnováha jeho *vrátká*, neboť vyšínutím, byť i nepatrným, těžiště *a* octne se *níže*, pročež kotouč se *převrátí*. — Je-li však v *a* těžiště i podpora (osa) kotouče, jest rovnováha jeho *volná*.

Obr. 179.



159. Zavěšování a podepírání těles. Síla neb překážka, která, padání těles zabraňuje, v rovnováze je udržuje, má působiti své buď *v těžišti*, buď *nad těžištěm*, buď *pod těžištěm*.

a) Působí-li síla, kterou tělo v rovnováze se udržuje, *v těžišti* těla, jest rovnováha jeho *volná*.

Koule, válec, kotouč, kolo a j. v., otáčející se kolem osy, jež těžiště jejich prochází, jsou v rovnováze stálé. — Hvězdářské dalekohledy váží často mnoho centů a přece se otáčejí snadně kolem osy, která těžiště jejich proniká, a zůstávají v jakékoliv poloze v rovnováze.

b) Je-li působíště sly, která tělu padnouti zabraňuje, *nad těžištěm* těla, tož jest tělo *zavěšeno* a rovnováha jeho jest *stálá*; neboť každým, byť i nepatrným vyšinutím zavěšeného těla z polohy, kterou v klidu zaujímá, stoupá těžiště vždy *výše*.

Těleso na šnůře (drátu, tyči atd.) zavěšené, zůstává pouze v určité poloze v klidu a vrací se, bylo-li z ní silou nějakou vyšinuto, do polohy té na zpět, jakmile síla působení přestala. — *Loďní kompas* (obr. 81. na str. 119.) má těžiště hluboko pod osami, na nichž jest zavěšen a kolem nichž ve dvou na sobě kolmých směrech může volně se otáčeti, pročež zůstává vždy v určité poloze, byť i vlny lodí jakkoliv zmítaly. — Podobně upraveny jsou i *svítilny* a jiné předměty na lodích. — *Svítilna kolotavá*, otáčivá kolem osy, uprostřed obruče se nalézající, hoří klidně, byť obruč i po zemi kolotal, neboť udržuje těžiště, pod osou se nalézající, svítilnu vždy v též poloze. — Podobným způsobem bývají upraveny též mnohé dětské hračky kolotavé.

Mnohdy bývá tělo zavěšeno, ač zdá se býti podepřeno, i jest tudíž rovnováha těla takového vždy *stálá*.

Na špičce podepřený kužel, jímž jest provlečen drát, ukončený těžkými kulemi, kterými těžiště celku pod podporu se snižuje, jest vlastně *zavěšen*, pročež nepadá, byv z polohy své vyšinut, a vrací se, po nějakou dobu se kývav, vždy zase do polohy původní. Podobně jsou upraveny mnohé dětské hračky, zdánlivě v jednom místě podepřené, vlastně však *zavěšené*, poněvadž mají těžiště pod podporou. Tak stojí ku př. dřevěný kůň na pokraji stolu na zadních nohách, jestliže spojen s ním drát dolů zahnutý a opatřený na konci kuli, kterou těžiště celku pod podporu jest sníženo.

c) Má-li sfla, která tělo v rovnováze udržuje, působíště své *pod těžištěm* těla, jest tělo *podepřeno* a rovnováha jeho jest *buď stálá* *buď vrátká*.

1. Je-li tělo podepřeno pouze *v jediném bodu*, musí býti bod ten *ve svislé přímce*, s těžiště vedené, a rovnováha těla jest *vrátká*.

Udržování rovnováhy těles pouze v jednom bodu podepřených, č. tak zvané *balancování* (vážkování) záleží v tom, aby tělo vždy v takové poloze se udrželo, při které svislá přímka, s těžiště vedená, podporu protíná.

Dlouhou a těžkou tyč, jedním koncem na špičce prstu a tudíž téměř v jediném bodu podepřenou, snáze lze balancovati, než krátkou a lehkou tyčinku (drát, tužku, jehlu a j.), poněvadž na tyči snáze lze pozorovati, když těžiště k některé straně se sklání a tyč padati počíná. — Má-li socha spočívati ku př. pouze na špičce prstův jedné nohy (téměř v jediném bodu), musí sochař těžiště její umístiti tak, aby svislá přímka s těžiště vedená podporu protínala. — Chce-li člověk na špičce prstův jedné nohy v rovnováze se udržeti, musí tělo své balancovati.

2. Je-li tělo podepřeno pouze *ve dvou bodech*, jest v rovnováze jen tehdy, když svislá přímka, s těžiště vedená, protíná přímku, oba tyto body spojující. Taktéž děje se, když tělo podepřeno přímku, ku př. ostrou hranou, již lze co přímku považovati. Rovnováha těla jest v obou případech *vrátká*.

Chůze po provaze nebo po ostré hraně jest nebezpečná, poněvadž tělo podepřené téměř jen *přímkou* (provazem nebo hranou) jest v rovnováze *vrátké*.

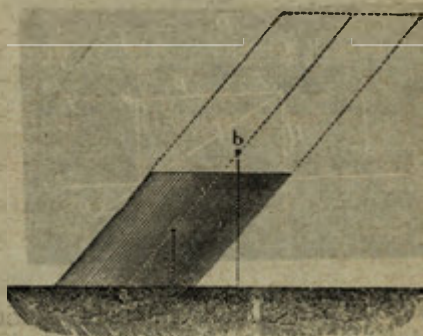
Chodíce po provaze, upírají provazolezci zrak svůj na nějaký předmět, aby ihned spozorovali, když tělo a tudíž i těžiště ku straně chýlí se počíná, a pomáhají si při chůzi těžkou tyčí, kterou, v ruce ji držíce, sem tam dle potřeby nachylují, aby svislá přímkka se společného těžiště těla a tyče vedená, vždy provaz protínala. — Chůze na chodítkách a jízda na dvoukolovém velocipedu (samovozu) jest též nesnadná a vyžaduje nemalého cviku. — Zhotovi-li sochař koně s jezdcem a má-li socha podepřena býti pouze zadními nohama koně, kde a jak musí umístiti těžiště sochy?

3. Je-li tělo podepřeno ve třech neb ve více bodech, jež nejsou v též přímce, jest v rovnováze stálé, když svislá přímkka, vedená s těžiště těla, protíná plochu, kterou sestrojíme, spojivše přímkkami body, v nichž tělo jest podepřeno.

Často bývá tělo celou plochou podepřeno a jest v rovnováze stálé, když svislá přímkka s těžiště vedená, plochu tuto protíná.

Šikmo stojící sloup (obr. 180.) jest v rovnováze stálé, když svislá přímkka, s těžiště jeho vedená, protíná základnou plochu, kterou sloup jest podepřen. Tak stojí pevně též nakloněné věže v Pise a Boloni, ač jedna z věží Boloňských při výšce 327' o 3,3' a druhá, 140' vysoká, o 8' vrcholem od svislého směru se odchyľuje. Kdyby měl sloup, šikmo stojící, délku na obr. 180. tečkovaně vyznačenou, převrátil by se, poněvadž svislá přímkka, s těžiště *b* vedená, základné plochy by neprotínala. — Vůz nezvrátí se, pokud svislá přímkka, s těžiště vedená, protíná plochu, sestrojenou z přímk, spojujících vespolek místa, v nichž kola země se dotýkají. Proč převrátí se vůz znázorněný obr. 181.? — Píliře, sloupy, zdi a všeliké stavby musí býti v rovnováze stálé, t. j. svislá přímkka s těžiště vedená, musí podporu jejich protínati. — Podporou těla našeho jest plocha, již sestrojíme, spojivše přímkkami pokrajné body nohou, na zemi stojících; chceme-li tělo v rovnováze udržeti, musíme ustavičně snažiti se, aby svislá přímkka, s těžiště těla vedená, podporu tuto protínala. — Tato snaha těla našeho jeví se klátěním v chůzi a v běhu, bezvolným rozpřáháním rukou, když tělo ku předu padá, a

Obr. 180.



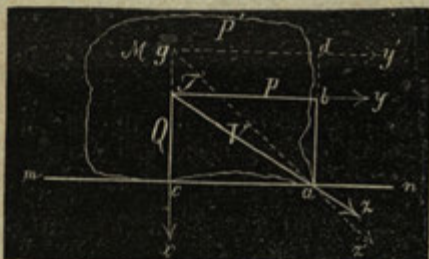
Obr. 181.



sklápěním těla v rozličné strany. — Když v chůzi levou nohu zdvihneme, spočívá celé tělo pouze na pravé noze a kloní se tudíž vpravo, zdvihá-li se noha pravá, kloní se tělo vlevo. Vykračují-li dva těsně vedle sebe jdoucí nestejnou nohou (jeden pravou, druhý levou), narážejí v chůzi ustavičně na sebe; aby narážení toto zamezilo se, vykročují vojáci, v řadách vedle sebe jdouce, vždy toutéž nohou. Neseme-li břemeno na hlavě, držíme tělo zpřímá, neseme-li břemeno v náručí, kloníme tělo na zad, majíce břemeno na zádech, kloníme se ku předu, nesuce břemeno v pravé ruce, kloníme se na levo atd. — vůbec snažíme se vždy, abychom udrželi tělo v poloze takové, při které svislá přímka se společného těžiště těla a břemene vedená, podporu protíná. — Řezbáři, sochaři a malíři, majíce člověka v rozličných jeho zarážkách znázorniti, musí tyto rozličné polchy těla důkladně pozorovati. — Husy, kačny a vodní ptáci vůbec, majíce noby příliš daleko v zadu vhlubené, kolébají se v chůzi, kterou ustavičnému pádání lze přirovnati.

160. Stálost polohy. Je-li T (obr. 182.) těžiště těla M , na rovině mn podepřeného, Q váha jeho, a působí-li v tělo to

Obr. 182.



síla P , jejíž působíště přeložíme do T , tak že směr síly té jest Ty , a má-li výslednice V sil P a Q směr Tz , tak že protíná bod a , v němž tělo jest na rovině mn podepřeno, tož jest rovnováha těla tohoto stálá. Čím větší síly P třeba, aby tělo M se převrátilo, tím stálejší jest poloha jeho.

Je-li a bod ve směru výslednice ležící, jsou, jak bylo na str. 188. vyloženo, statické momenty sil vzhledem k tomuto bodu sobě rovny. Sestrojíme-li tudíž ac kolmo na Tx a ab kolmo na Ty , jest $P \times ab = Q \times ac$. Poněvadž $ab = Tc$, jest též $P \times Tc = Q \times ac$, a tudíž $P = \frac{Q \times ac}{Tc}$, z čehož patrné:

1. P musí býti tím větší, čím větší jest Q , t. j. poloha těla jest tím stálejší, čím větší jest váha jeho.

Prázdna nádoba, prázdný vůz, prázdná loď snáze se převrhnou, než když jsou nějakou hmotou naplněny. Vůz senem naplněný snáze se převrátí, než když naplněn v témž objemu železem. Železný sloup pevněji stojí, než dřevěný téhož objemu a tvaru.

2. P musí býti tím větší, čím větší jest ac , t. j. poloha těla jest tím stálejší, čím větší jest základna, na které tělo spočívá.

Cihla na každou ze tří rozličné velikých ploch svých postavená, jeví zákon pravě vytknutý zcela patrně, neboť převrátí se nejsnáze, když spočívá na ploše nejmenší. — Úzká loď a úzký vůz snáze se převrátí než širší. — Čtvernohá zvířata stojí pevněji než lidé a člověk stojí tím pevněji, čím více se rozkročí. — Sloupy, pilíře, zdi a jiné stavby mají základnu co možná nejširší. — Egyptské pyramidy stojí již několik tisíc let a posud velmi pevné, majíce základnu velmi velikou. — Švicny a lampy mají podstavce dole značné

rozšířené. — Sklenice a jiné nádoby stojí pevněji, má-li dno větší průměr než otvor hořejší. — Nohy nábytku našeho (stolů, sedadel, skříní) bývají dole rozevřeny.

3. P musí býti tím větší, čím menší jest Tc , t. j. poloha těla jest tím stářejší, čím hlouběji leží těžiště jeho.

Na vozy a lodě nakládá se nejtěžší zboží nejhloběji, aby těžiště celku co nejnižše se nalézalo. — Podstavce svícňů a lamp bývají dole olovem aneb aspoň pískem vyplněny. — Ochranné čluny mají tlusté a těžké dno a dvojitě stěny kožerné, korkem vycpané a tudíž lehké, takže těžiště jejich ve dnu se nalézá, pročež čluny takové ani za největší bouře se nepřekotí.

Působí-li síla P' směrem tečkovaným výše než P , prodloužíme směr sil P' a Q , až setkají se ve společném bodu g , do něhož působí obou přeložíme. Je-li gz' směr výslednice, v němž opět bod a se nalézá, jest $P' \times ad = Q \times ac$, čili $P \times gc = Q \times ac$, pročež $P' = \frac{Q \times ac}{gc}$.

Poněvadž gc větší jest než Tc , jest P' menší než P , tudíž třeba ku převrácení těla síly tím menší, čím výše od základny působí tě její se nalézá.

c) Rovnováha na strojích.

161. Stroj. Každé náčiní, jímž lze přeložiti účinek nějaké síly do bodu, který není ve směru té síly, aby překonala síla užitá jinou sílu (odpor, překážku) nazývá se stroj.

Síla, jíž užíváme, zove se zvláště silou, síla neb odpor, jež překonáváme, nazývá se obyčejně břemenem.

Má-li na stroji zachovati se rovnováha, musí býti velikosti síly a břemene v určitém poměru. Je-li poměr síly a břemene jiný, než onen vytknutý, t. j. zvětší-li aneb zmenší-li se síla aneb břemeno, jest rovnováha na stroji zrušena, i nastává pohyb účinkem výslednice působících sil.

Stroje jsou jednoduché, když nelze rozložiti je v části, jež možno za stroje pokládati, a složené, možno-li je rozložiti ve dva neb více strojů jednoduchých.

Veškeré stroje možno ze dvou jednoduchých strojů odvoditi; máme tudíž vlastně jen dva stroje, a sice: stroje páky a stroje nakloněné roviny.

Při strojích páky ruší se v rovnováze účinek výslednice působících sil odporem nehybné osy, okolo které výslednice stroj otáčeti se snaží. Při strojích nakloněné roviny ruší se účinek výslednice působících sil odporem nehybné roviny, na níž břemeno spočívá.

a) Stroje páky.

162. Páka jednoduchá. a) Každá neohebná tyč a vůbec každé neohebné tělo tvaru jakéhokoliv, jež dvě aneb více sil kolem pevné,

nehybné podpory č. osy směrem protivným otáčeti se snaží, jmenuje se páka.

Nemá-li páka žádné váhy, zove se pákou *mathematickou*, a takovou lze si pouze mysliti co nechebnou přímkou *mathematickou*; každá páka skutečná (ku př. tyč, sochor a t. p.) má jistou váhu a sluje pákou *fysickou*.

Části páky mezi podporou a působišti síly a břemene nazývají se *ramena* páky.

Značí-li přímkou ab (obr. 183.) páku *mathematickou*, v b podepřenou, a působí-li v a síla P , v c břemeno Q , tož jest bod b podpora č. osa páky, a působíště síly, c působíště břemene, ba jest rameno síly, bc rameno břemene.

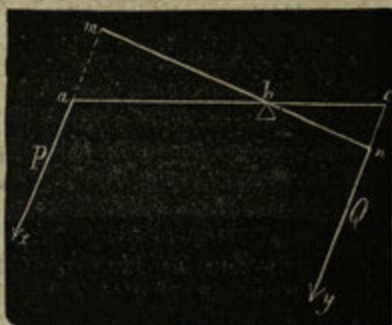
b) Působí-li na páce *mathematické* ab (obr. 183.), v bodu b podepřené, síla P směrem ax a břemeno Q směrem cy , zůstává páka tato v rovnováze jen tehdy, když výslednice sil P a Q protíná bod b ; neboť na páce jest pouze jediný bod nehybný, totiž osa č. podpora její, pročež účinek výslednice ruší se jen tehdy, když směr její nehybnou osu protíná.

Je-li bod b ve směru výslednice sil P a Q , tož jsou dle odst. 154. statické momenty těch sil vzhledem k bodu b sobě rovny. Sestrojíme-li tudíž bm kolmo na ax a bn kolmo na cy , jest $P \times bm = Q \times bn$, z čehož plyne srovnalost $P:Q = bn:bm$, t. j. síla a břemeno jsou na páce *mathematické* *vespolek v rovnováze*, mají-li se k sobě jako *převráceně kolmice z podpory na směry jejich sestrojené*.

Obr. 183.



Obr. 184.



c) Působí-li na *přímé* páce *mathematické* ac (obr. 184.) síla P a břemeno Q směry *rovnoběžnými* ax a cy a sestrojíme-li z podpory b kolmice bm a bn na směry ax a cy , tož vyplývá z předešlého pro rovnováhu páky, že

$P:Q = bn:bm$. Z podobnosti $\triangle abm$ a $\triangle bcn$ následuje $bn:bm = bc:ba$

z čehož $P:Q = bc:ba$, t. j. síla a břemeno, působící na

přímé páce *mathematické směry rovnoběžnými, jsou vespolek v rovnováze, mají-li se k sobě jako převrácené ramena páky.*

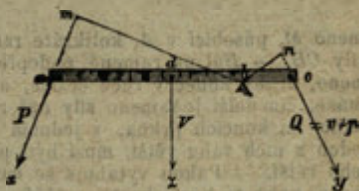
Bylo-li by $bc = ba$, musila by síla P rovnati se břemenu Q , t. j. působí-li na *mathematické přímé páce stejnoramenné síla a břemeno rovnoběžně, musí v rovnováze síla rovnati se břemenu.*

d) Je-li těžiště páky *fysické* v ose její, nemůže tíže v páku takovou působiti, a rovnováha na páce takové, chovající se tak, jako by váhy neměla, spravuje se týmiž zákony, jež byly pro rovnováhu na páce *mathematické* odvozeny. Není-li páka *fysická* v těžišti podepřena, působí v těžišti jejím směrem svislým síla, jejíž velikost rovná se váze páky. Naznačíme-li sflu tuto přímkou jako ostatní na páce působící síly, můžeme určití podmínky rovnováhy sil na páce *fysické* tvaru jakéhokoliv.

Značí-li ac (obr. 185.) páku *fysickou*, v b podepřenou, a působí-li v a síla P směrem ax , v c břemeno Q směrem cy a v těžišti páky v d váha její V směrem svislým dx , a je-li páka v

rovnováze, tož snaží se, jak z obrazce patrné, síly P a V , aby otočily páku jedním a týmž směrem, síla Q snaží se, aby otočila páku směrem protivným. Sílu Q možno pokládati za výslednici dvou složek v a p , v též přímce a týmž směrem *cy* působících, z nichž jedna, totiž v , udržuje v rovnováze sílu V a druhá, totiž p , jest v rovnováze se sílou P .

Obr. 185.



$$\text{Jestli pak } v \times bn = V \times bd$$

$$\text{a } p \times bn = P \times bm$$

$$\text{pročež } (v + p) bn = V \times bd + P \times bm,$$

$$\text{čili: } Q \times bn = V \times bd + P \times bm,$$

z čehož patrné, že více než dvě síly na též páce působící jsou v rovnováze, když součet statických momentů sil, jež snaží se, aby otočily páku v jednom směru, rovná se součtu statických momentů sil, jež snaží se, aby otočily páku ve směru protivném.

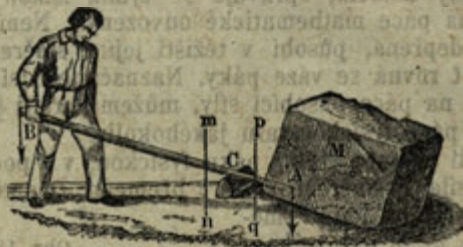
163. Užívání páky jednoduché. Páky užívá se v životě obecném přehojně k účelům velmi rozmanitým dílem k tomu, aby síly se ušetřilo, dílem aby práce pravidelnější a snáze konati se mohly.

Podlé polohy osy rozeznáváme páku trojího způsobu, a sice: a) páku, která má podporu mezi působistěm síly a působistěm břemene; b) páku, u které jsou působistě síly i břemene na tétéž straně podpory, na jednom konci páky se nalézající, rameno síly jest však delší než rameno břemene; c) páku, mající působistě síly i břemene také na též straně podpory, na jednom konci páky se nalézající, ale rameno síly kratší, než rameno břemene.

V obecném životě nazývají páku prvního způsobu *páku dvouramennou*, páku druhého a třetího způsobu *páku jednoramennou*, což však jest *nepravé*, poněvadž na každé páce působí nejméně *dvě* síly a má tudíž každá páka nejméně *dvě* ramena, totiž rameno síly a rameno břemene.

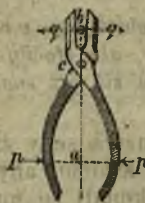
a) *Příklady páky prvního způsobu.* Obr. 186. znázorňuje *sochor AB*, podepřený v *C*, jímž zdvihá člověk břemeno *M*. V rovnováze na této páce může dle předcházejících zákonů síla, působící v *B*, býti tolikrát menší, než bře-

Obr. 186.

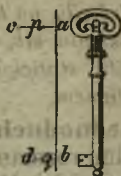


meno *M*, působící v *A*, kolikrát rameno břemene *CA* menší jest, než rameno síly *CB*. — *Hůl* na rameně podepřená, na jejším jednom konci neseme břemeno, druhý konec v ruce držíme, slouží co páka, i možno břemeno nésti tím snáze, čím delší je rameno síly než rameno břemene. — *Houpají-li* se dva hoši, sedící na koncích prkna, v jednom místě mezi konci podepřeného, a má-li jeden z nich váhu větší, musí býti podpoře tolikrát blíže, kolikrát jest váha jeho větší. — *Páku* vytahuje se mnohdy okov s vodou ze studně. Jedno rameno páky té bývá kratší a těžší, na druhé delší a lehčí rameno zavěsí se prázdný okov a ponoří se do studně; když pak vodou se naplnil, přestane delší rameno dolů se stlačovati a převahou těžšího ramene kratšího zdvihá se okov ze studně. — *Podobným způsobem* bývají upraveny *zábradlí u mýtnic*, jimiž silnice se přehražují. Chce-li mýtný cestu zameziti, stáhne řetězem delší rameno zábradlí dolů, přestane-li dolů je stahovati, zdvihá se zábradlí převahou těžšího ramene kratšího samo vzhůru. — *Kleště, klíčky* a obecně *nůžky*

Obr. 187.



Obr. 188.



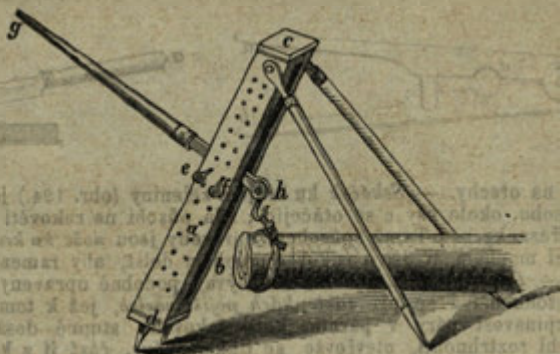
Obr. 189.



jsou dvojité páky prvního způsobu. Obr. 187. znázorňuje působení síly *p* a břemene *q* na klíšťkách; v rovnováze jest $p \times ca = q \times cb$. — *Klíč* a *klíčka* slouží co páky; podporou klíče jest cívka *ab* (obr. 188.), *ac* jest pak rameno síly *p* a *bd* rameno břemene *q*. — *Kladivo* k vytahování hřebů sloužící jeví se co zvláštní způsob páky v *b* (obr. 189.) podepřený, na které působí v *a* síla a v *c* břemeno. — *Ku* zdvihání těžkých břemen slouží *hasáky*, jichž užívá se ku zdvihání kmenů na vozy, vytahování pařezů ze země a t. d. a jichž rozeznáváme více druhů. Obr. 190. znázorňuje *hasák obecný*, záležející ve dvou

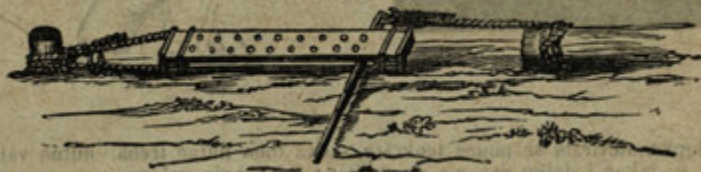
silných fošnách *c*, *b*, nahoře a dole příčkami *e*, *d* ve sloup spojených a opatřených v náležitých vzdálenostech průvrty, do nichž železné kolíky *e* a *f* se zastrkují. Páka *gh* má při konci *h* na spodní straně dvě polokruhovitě vyhlu-

Obr. 190.



beniny, aby na kolíku *e* neb *f* spočívajíc, nemohla po něm se smykatí. U páky na kolíku *e* podepřené stlačíme rameno *g* dolů tak hluboko, až rameno *h* zdvihne se tak vysoko, bychom kolík *f* do vyššího otvoru zastrčiti mohli; pak pustíme rameno *g* vzhůru tak vysoko, aby páka na kolík *f* se podepírala a abychom kolík *e* do vyššího otvoru zastrčiti mohli, načež páku, jako z prvu o kolík *e* se opírající, ramenem *g* stlačujeme. Takto zdviháme břemeno na konci páky *h* zavěšené postupně vždy výše a výše. — Obr. 191. znázorňuje, kterak

Obr. 191.



Obr. 192.



slouží hasák k pohybu břemene směrem vodorovným. — Ku přemýkávání kolejí na železnicích užívá se taktéž páky. Čerpadla (pumpy) opatřena jsou taktéž pákami prvního neb druhého způsobu. — Vesla lodí slouží též co páky.

Příklady páky druhého způsobu. Každé tělo jedním koncem podepřené, jež na druhém konci zdviháme, jest pákou druhého způsobu; jesti břemenem páky této váha tělesa, působící v těžišti jeho. — Užívání páky dru-

lého způsobu znázorňuje obr. 192., *b* značí podporu a *a* *b* rameno břemene — K vytlačování šťávy z citronů užívá se dvojitá páky *ca*, *cb* (obr. 193.); *v* *c* jest osa páky, *v* *d* dutina, do které citron se vkládá. — Podobnou úpravu má

Obr. 193.



Obr. 194.

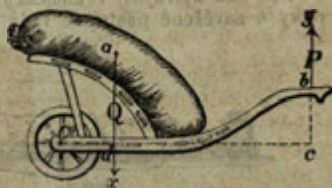


louskáček na ořechy. — *Sekáček* ku krájení zeleniny (obr. 194.) jest pákou druhého způsobu, okolo osy *c* se otáčející; síla působí na rukověti *a*. — *Rezačka* k řezání rezanky. — Týmž způsobem upraveny jsou *nože ku krájení kovů*, jež mají čepel mnohem tvrdší a rukovět mnohem delší, aby rameno síly se prodloužilo. — *Pákové lisy* a *trlice* na len bývají podobně upraveny. — Páky druhého způsobu užívá se při *záklopkách pojišťovacích*, jež k tomu slouží, aby, když rozpínavost páry v párním kotli takového stupně dosáhla, že kotel by se mohl roztrhnouti, otevře se tlakem páry, část jí z kotle vypustily. *Zákloпка* takovou znázorňuje obr. 195. Otvor ve svrchní stěně *mn* párního kotle uzavřen jest *záklopkou z*, na kterou přiléhá u *b* páka *ca*, kolem osy *a* otáčivá a v *d* přivěšeným závažím *p* obtěžkaná. Tlak páry, z dolu na *zákloпку* působící, jest břemenem, závaží *p* působí co síla, kteráž spolu s váhou páky a *záklopkou*, v těžišti *o* působící, udržuje tlak páry v rovnováze. Aby

Obr. 195.



Obr. 196.

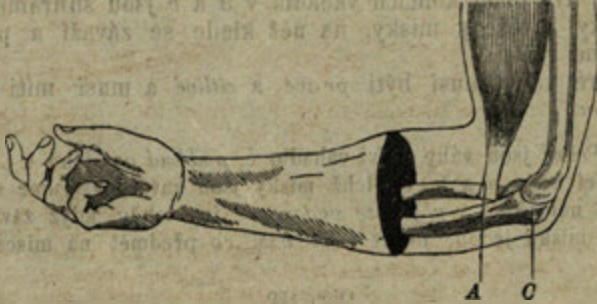


zákloпка otevírala se pouze tenkrát, když toho nutně třeba, nutno váhu závaží *p*, jakož i délku ramene *da* určití, a když byly určeny, nesmíme závaží na tyči na jiné místo posouvatí, ni za lehčí neb za těžší je vyměnití. — *Trakař* a *kolečko* jsou páky, v ose kola svého podeprené. Na trakaři působí v těžišti *o* (obr. 196) těla, jež vezeme, váha jeho *Q* a v *b*, kdež trakař držíme, síla *P*; v rovnováze má se $P:Q = dc:ce$, z čehož patrno, že může býti břemeno tím těžší, čím delší jsou ramena trakaře, a čím blíže nalézá se těžiště břemene ose kolečka. — *Klíče* k vytahování šroubů a *rukověti vrtáků* a šroubů jsou taktéž páky druhého způsobu.

Příklady páky třetího způsobu. Ruka naše jest páka, mající osu v lokti *A* (obr. 197.) a rameno síly kratší, než rameno břemene. Váha ruky působí co břemeno v těžišti jejím a síla působí v *C*, kdež upevněn jest sval k pohybu ruky sloužící, jehož smršťování a napínání v nadloktí můžeme druhou rukou ohmatati a pozorovati. Zdvíháme-li rukou nějaký předmět, jest působitě břemene ve společném těžišti ruky a břemene a jest tudíž rameno břemene tím delší, čím těžší jest předmět, jež zdvíháme. — *Péro, tužka, štětec, rydlo* působí při psaní, kreslení, a malování a rytí co páky, při kterých rameno síly jest kratší než rameno břemene. — Takové páky jsou též *lžice, vidlička* a *nůž*,

kosa, motyka a cep, lopata, vidle a podávky, když působí při práci, kterou jimi konáme, na delším jich rameně břemeno a na kratším síla. — Dolejší čelist jest též páka jedním koncem podepřená (vkloubená), síla svalů působí na ra-

Obr. 197.



meně kratším této páky. — *Podnože kolovratů, brusů, soustruhů a šicích strojů, na něž našlapujeme, kolo strojů těchto otáčejíce, jsou páky jedním koncem podepřené, na druhém konci působí břemeno a mezi podporou a působistěm břemene jest působistě síly v tom místě, kde na podnož našlapujeme; jest tedy rameno síly kratší, i třeba tudíž síly větší, než jest břemeno.*

164. Páka složená. Nestačí-li jedna páka k jistému účeli, spojují se dvě aneb více pák v jediný celek tak, aby síla, která by měla působiti na páce jedné, stala se břemenem páky druhé, síla druhé břemenem třetí atd. Tako-

Obr. 198.



véto spojení slove pak složenou pákou. Na páce *ab* (obr. 198.) bylo by třeba ku př. síly *p*, aby udržela břemeno *Q* v rovnováze; tato síla *p* jest břemenem páky *df* a bude v rovnováze se silou *r*, kteráž opět jest břemenem páky *gk*, na které působí síla *P*. Je-li na složené páce rovnováha, bude na páce *ab*, jejíž podpora jest v *c*...

$$p : Q = cb : ac$$

$$r : p = de : ef$$

$$P : r = gh : hk$$

$$z \text{ čehož } \dots P : Q = cb \cdot de \cdot gh : ac \cdot ef \cdot hk,$$

t. j. síla má se ku břemenu jako součin všech ramen břemene k součinu všech ramen síly.

Složené páky jsou váhy můstkové.

165. Váhy. Nejdůležitějšího a nejobecnějšího užívání doznávají páky co váhy obecné, římské a můstkové.

a) *Váhy obecné* jsou páka stejnoramenná *ab* (obr. 199.), která *vahadlo* slove a kolem vodorovné, u prostřed délky vahadla se nalézající osy *o* volně se otáčí. Osa spočívá na svisném sloupku pevném aneb ve vidlici, nahore opatřené kroužkem, jímž bývá zavěšena. Na obou koncích vahadla v *a* a *b* jsou šnůrami, dráty neb řetízky zavěšeny misky, na něž klade se závaží a předmět, jež chceme vážit.

Dobré váhy musí býti *pravé* a *citlivé* a musí míti rovnováhu *stálou*.

1. *Pravé* jsou váhy, když vahadlo č. *podélná osa* jeho t. j. *přímka ab*, spojující body *a* a *b*, v nichž misky jsou zavěšeny, jsouc v *rovnováze stálé*, nalézá se v *poloze vodorovné* jen tehdy, když závaží, položené na misku jednu, *právě tolik váží* co předmět na misce druhé.

Obr. 199.



Váhy jsou *pravé*, když a) vahadlo v klidu samo o sobě vždy v *rovnováze stálé* a v *poloze vodorovné* se nalézá, čehož docílí se, když *těžiště* vahadla se nalézá pod osou *o* v *rovině* osu *o* obsahující a kolmo na *podélnou osu ab* položené, ku př. je-li *těžiště* vahadla v bodu *t*; b) když vahadlo s oběma prázdnými miskami v klidu vždy v *rovnováze stálé* a v *poloze vodorovné* se nalézá, k čemuž třeba, aby byly misky stejně *těžké*, aby byla ramena vahadla *ca* a *cb* stejně dlouhá a aby střed *c* *podélné osy* byl pod osou *o* v *rovině* osu *o* obsahující a kolmo na *podélnou osu ab* sestrojené.

Ramena vahadla *ca* a *cb* musí býti stejně dlouhá, poněvadž na konci jednoho ramene závaží co síla a na konci druhého ramene předmět, jež vážíme, co břemeno působí; je-li pak síla rovna břemenu a působí-li na páce přímé rovnoběžně vespolek, musí býti dle odst. 162. c) páka *stejnoramenná*. Je-li *ca = cb*, musí pak býti *misky stejně těžké* i mohou tudíž vespolek se vyměňovati

Z předcházejícího vyplývá, že *těžiště* vahadla *t* a střed *podélné osy c* musí býti v *přímce* na *ab* kolmo sestrojené a osu *o* *protínající*. V *prodloužené přímce* této nalézá se *jazýček*, t. j. *kovová tyčinka* na vahadle u prostřed kolmo upevněná, kteráž vodorovnou polohu vahadla *naznačuje*, ukazujíc *příšpicatělym koncem* svým buď *vzhůru* na hrot, nahore ve *vidlici* upevněný, buď *dolů* na bod, ležící *svisně* pod osou, a *naznačený* na sloupku, na němž vahadlo spočívá.

Skoumajíce, zdaž jsou váhy *pravé*, pozorujme, zdaž vahadlo *zůstává* v *rovnováze stálé* a v *poloze vodorovné*, když misky s něho sejmeme, když misky na ně zavěsíme a když misky *vyměníme*. Je-li ve všech těchto případech vahadlo v *poloze vodorovné* a v *rovnováze stálé*, jsou váhy *pravé*.

Jsou-li váhy *pravé* a značí-li *M* váhu misky, zavěšené v *a*, do níž vloženo závaží *P*, *M'* váhu misky, zavěšené v *b*, do níž vloženo zboží *Q*, tož rovná se *vzhledem* k ose *scučet momentů sil*, otáčejících páku *ab* směrem jedním, *sočtu momentů sil* otáčejících páku *ab* směrem *protivným*, t. j.

$$M \cdot ac + P \cdot ac = M' \cdot bc + Q \cdot bc.$$

Poněvadž jest $M = M'$ a $ac = bc$, jest též $P = Q$.

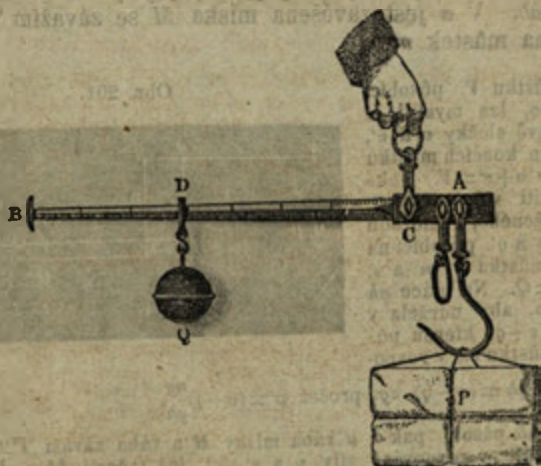
Působisté výslednice sil P a Q nalézají se v bodu c , pod osou o a tudíž má vahadlo, jsouc i se závažím a zbožím zavěšeno, rovnováhu *stálou*.

I nepravými váhami lze právě vážit, jsou-li jen citlivé. Do jedné misky dá se zboží a do druhé dává se tára, až jest vahadlo v rovnováze. Pak sejmě se zboží s misky a na jeho místo dává se závaží, až docílí se opět rovnováha. Váha závaží rovná se pak váze zboží, jež jsme jím na této misce nahradili.

2. Citlivé jsou váhy, když vyšine se vahadlo, zůstávajíc však v rovnováze stálé, i když misky značně jsou obtížkány, z polohy vodorovné ihned, jakmile na jednu z misek i nepatrný přivažek se přidá. Jazyček musí svírat s původní svislou svou polohou *úhel tím větší, čím větší jest rozdíl vah těles, na miskách se nalézajících, a váhy jsou tím citlivější, čím větší jest úhel tento, způsobený tímž nepatrným přivažkem, aneb čím menšího přivažku třeba k vyšinutí jazyčku v témž značném úhlu.*

Citlivost vah vyžaduje: a) aby byly snadně pohyblivé, k čemuž třeba, aby bylo vahadlo *lehké* a tření *co možná nejmenší*; b) aby bylo vahadlo *dlouhé*, poněvadž jest otáčecí moment tétož přivažku tím větší, čím delší jsou ramena vahadla; c) aby body c a l byly od osy o co nejméně vzdáleny, neboť v případě tom jsou otáčecí momenty sil v a l působících malé i stačí malý přivažek, na jednu misku přiložený, aby rovnováha vahadla se zrušila.

Obr. 200.



Abý bylo vahadlo *lehké*, *douhé* a předce *pevné* (neohébné), mívá tvar znázorněný obr. 199.; aby pak tření se umenšilo, jest osa o ocelová, trojhranná, a spočívá dolejší *ostrou* hranou svou na podložce rovné, zhotovené z ocele velmi tvrdé neb z achatu aneb jiného tvrdokamu; misky jsou taktéž zavěšeny háčkem z tvrdé ocele na ostrých hranách, s osou o rovnoběžných.

b) *Váhy římské č. přezmen (mincíř)* jsou páka nestejnoramenná AB (obr. 200.), v C podepřená, na jejímž delším rameni CB posouvá se závaží, tak zvaný *běhoun* Q , tak dlouho, až jest v rovnováze se zbožím P , zavěšeným v A na háku neb na misce. Vahadlo

musí v klidu samo o sobě býti v poloze vodorovné a v rovnováze stálé, čehož docílí se, když váha ramene kratšího s miskou neb hákem rovná se váze ramene delšího a když těžiště celku při vodorovné poloze vahadla jest pod osou ve svisné přímce, osu protínající. Zavěsíme-li na hák zboží P a udržuje-li v rovnováze běhoun Q , zavěšený v D , tož jest $P \cdot CA = Q \cdot CD$, z čehož vyplývá $P = Q \cdot \frac{CD}{CA}$, t. j. váha zboží jest tolikrát větší než váha běhounu,

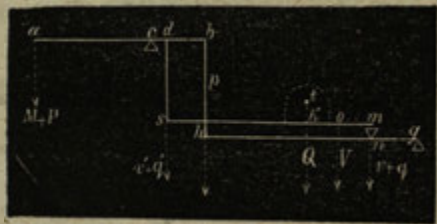
kolikrát CA v CD jest obsaženo. Rozdělíme-li rameno CB v oddíly, z nichž každý jest tak veliký jako AC , třeba toliko pozorovati, při kolikátém oddílu, od C počítaje, běhoun jest zavěšen. Znásobivše počtem tím váhu běhounu, vypočteme váhu zboží. Je-li ku př. běhoun Q , který váží 5 lib., zavěšen při 4. oddílu, tak že $CD = 4AC$, váží zboží P 4×5 , t. j. 20 lib.

Jsou-li na kratším rameni zavěšeny dva háky k vážení zboží rozličného, bývá pro každý hák na delším rameni rozdělení zvláštní, jak obr. 200. ukazuje.

c) *Váhy můstkové* skládají se z páky ab (obr. 201.), v c podepřená, z páky gh , v g podepřená, z můstku ms , v m na páku gh podepřeného, a z tyčí bh a ds , jež spojují páku gh a můstek ms s pákou ab . V a jest zavěšena miska M se závažím P , zboží Q klade se na můstek ms .

Váhu můstku V , působící v těžišti jeho o , lze mysliti si rozloženu ve dvě složky v a v' , působící na obou koncích můstku v m a s , tak že $v + v' = V$. Takéž lze si mysliti váhu těla Q , na můstek položeného, rozloženu ve dvě složky q a q' , působící na obou koncích můstku v m a s , tak že $q + q' = Q$. Na páce gh třeba v h síly p , aby udržela v rovnováze sílu $v + q$, kterou působí v n konec můstku m . V rovno-

Obr. 201.



váze jest pak $p \cdot gh = (v + q) \cdot ng$, pročež $p = (v + q) \frac{ng}{gh}$.

Na páce ab působí pak v a váha misky M a váha závaží P na ni položeného a udržuje v rovnováze síly p a $v' + q'$, jež tyčemi bh a ds co břemeno na páku ab se převádějí. V rovnováze jest pak $(M + P) \cdot ac = (v' + q') \cdot cd + p \cdot cb$. aneb, vložíme-li na místě p hodnotu jeho $(M + P) \cdot ac = (v' + q') \cdot cd + (v + q) \cdot \frac{ng}{gh} \cdot cb$.

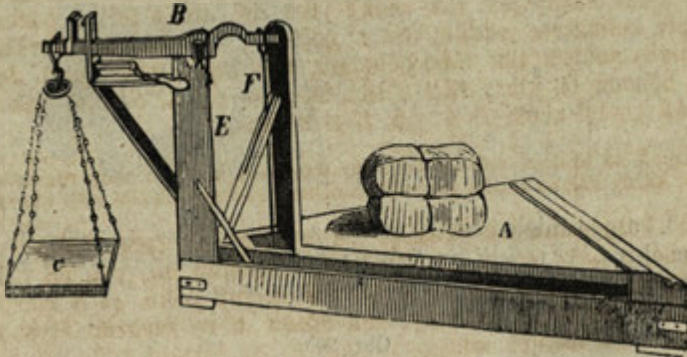
Jsou-li páky sestrojeny tak, že $ng : gh = cd : cb$, jest $cd = \frac{ng}{gh} \cdot cb$, což když do předešlé rovnice vložíme,

jest $(M + P) \cdot ac = (v' + q') \cdot cd + (v + q) \cdot cd$,
čili $(M + P) \cdot ac = (v' + q' + v + q) \cdot cd = (V + Q) \cdot cd$
aneb $M \cdot ac + P \cdot ac = V \cdot cd + Q \cdot cd$.

Váhy bývají sestrojeny tak, že prázdná miska a prázdný můstek jsou ve spolek v rovnováze, pročež $M \cdot ac = V \cdot cd$. Je-li tomu tak, musí též $P \cdot ac = Q \cdot cd$, z čehož vyplývá $P : Q = cd : ac$.

Má-li se $cd : ac = 1 : 10$, má se též $P : Q = 1 : 10$ a váhy se zovou *desetinné*, má-li se pak $cd : ac = 1 : 100$, má se též $P : Q = 1 : 100$ a váhy se jmenují *setinné*.

Obr. 202.



Obr. 202. znázorňuje úpravu vah můstkových; A jest můstek se zbožím, B značí páku ab , E tyč ds a F tyč bh (z obr. 201).

Výhody vah můstkových jsou značné a záleží v tom, že může býti závaží 10, 100 někdy (při vahách tisícinných) až 1000krát lehčí než zboží a že zboží velmi snadně a kdekoliv na můstek může se položit. K vážení vozů s nákladem jest můstek upraven tak, aby vůz na něj mohl vjetí.

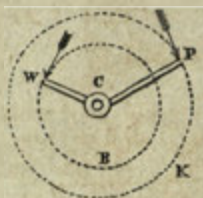
166. Kolo na hřídeli skládá se z kotouče č. *kola*, spojeného pevně s válcem č. *hřídelem* tak, aby osa hřídele, na ploše kotouče kolmo stojí, střed jeho protínala. Hřídel s kolem v jediný celek pevně spojený otáčí se kolem dvou čepů, ve směru osy hřídele zasazených. Na obvodu hřídele působí břemeno, zavěšené na provaze (nebo řetězu), který na hřídeli jest navinut a vahou břemene s hřídelem se stáčeje kolo s hřídelem určitým směrem otáčet se snaží. Má-li zůstat kolo i s hřídelem v rovnováze, musíme silou, na obvodu kola působící, otáčení kola zameziti.

Poněvadž jest kolo s hřídelem pevně spojeno, můžeme působivé břemeno přeložiti do též roviny, v níž působivé síly se nalézají. Značí-li pak kruh K (obr. 203.) průřez kola a kruh B průřez hřídele a působí-li v bodu W břemeno a v bodu P síla směry šipkami naznačenými, což patrně, že v rovnováze musí výslednice protínati osu hřídele C a že zůstane síla s břemenem v rovnováze, nahradíme-li kolo na hřídeli pákou WCP , kolem osy C otáčivou.

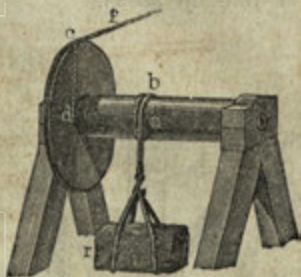
Kolo na hřídeli lze pokládati za páku nestejnoramennou, kolem osy hřídele otáčivou, jejímiž rameny jsou poloměr kola a poloměr hří-

dele. Působí-li na obvodu hřídele v b (obr. 204.) břemeno r a na obvodu kola v c síla p , a značí-li ab poloměr hřídele a cd poloměr kola, tož jsou v rovnováze otáčecí momenty síly a břemene vzhle-

Obr. 203.

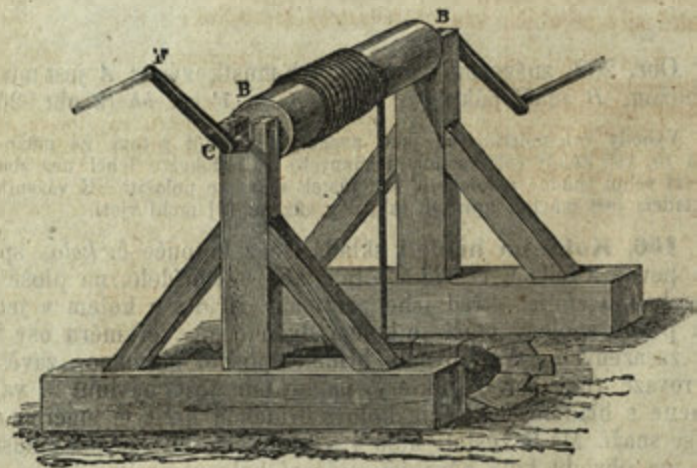


Obr. 204.



dem k ose hřídele sobě rovný a tudíž $p \cdot cd = r \cdot ab$, pročež $p:r = ab:cd$, t. j. je-li na kole na hřídeli rovnováha, má se síla ku břemenu, jako poloměr hřídele k poloměru kola.

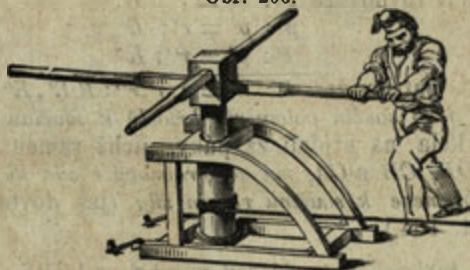
Obr. 205.



Na místě kola bývá s hřídelem spojena *klika* jako viděti to u *rumpálu* (obr. 205.); ramenem síly jest tu pak CF , t. j. délka kliky. — Někdy bývá kolo nahrazeno dvěma klikami, aby dva lidé mohli rumpál otáčeti, aneb tyčemi, jež lze pokládati za poloměry kola, které nahrazují, jakož vidáme to u *rumpálu křížového*, skrze jehož hřídel prostrčeny jsou křížem dvě v pravém úhlu se protínající dlouhé tyče, na jichž koncích síla působí. — Tak jest upraveno též *vratidlo obecné* (obr. 206.), jehož hřídel jest stojatý. — *Vratidlo lodní*, jehož užívají hlavně k vytahování kotvy, liší se od vratidla obecného tím, že má stojatý silný hřídel na obvodu více otvorů, do nichž tyče se zasazují, aby

více lidí práce mohlo se účastniti. — *Stožár* liší se od vratidla pouze tím, že má stojatý hřídel vysoký, a že provaz natáčí se na hřídel nahore nad tyčemi. — *Kolo šprlatné* liší se od obecného kola na hřídeli tím, že na obvodu kola v příměřených vzdálenostech jsou otvory, do nichž tyče se zasazují. —

Obr. 206.



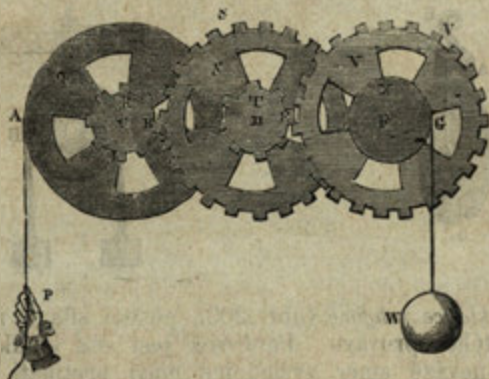
Žentoury mají na místě kola dlouhá, neohebná ramena (poloměry kola), k nimž připrahají se voli neb koně, kteří v kruhu chodíce žentour a jiné s ním spojené stroje, (ku př. mlatidla) pohybují. — *Kola šlapací a vodní, pila kruhová, brus* a mnohé jiné stroje jsou kola na hřídeli; — jestiť vůbec kolo na hřídeli stroj v rozmanité úpravě nejhojněji užívány.

167. Kolostroje. Spojíme-li více kol na hřídeli v jediný celek tak, aby otáčela se všechna, když jedno z nich účinkem nějaké síly se otáčí, vzniká *kolostroj* č. *soukoll*.

Kola bývají spojena vespolek napnutými řemeny, šňůrami, řetězy, aneb působí jedno kolo třením na hřídel druhého kola, aneb jsou kola i hřídele ozubená, jako na obr. 207.

Kolostrojem se přenáší síla, která by měla působiti na obvodu prvního kola, co břemeno na hřídel kola druhého, síla kola druhého jest břemenem hřídele kola třetího atd.

Obr. 207.



Aby zůstalo v rovnováze ozubené kolo V (obr. 207.), na jehož hřídeli X působí břemeno W, musila by na obvodu kola pú-

sobiti síla p , a $p:W = FG:EF = r:R$. Síla p přenesena pak co břemeno na obvod hřídele T , na kole S třeba síly p' , a $p':p = DE:DB = r':R'$. Je-li pak síla p' břemenem hřídele R a působí-li na kole Q síla P , jest v rovnováze $P:p' = CB:CA = r'':R''$.

Poněvadž v rovnováze $p:W = r:R$

$$p':p = r':R'$$

$$P:p' = r'':R''$$

patrně, že $P:W = r.r'.r'':R.R'.R''$ t. j. síla má se ku břemenu jako součin poloměrů hřídelů k součinu poloměrů kol. Pokládáme-li kola na hřídeli za páky, jichž ramena by byla FG a EF , DE a DB , CB a CA , má se v rovnováze síla ku břemenu jako součin ramen břemene k součinu ramen síly (jak dovozeno při páce složené v odst. 164.)

Mlýnské a hodinové stroje skládají se z kol na hřídeli a složené stroje všeho druhu, jichž v továrnách k účelům přerovnaným se užívá, jsou téměř naskrze kolostroje č. soukolí.

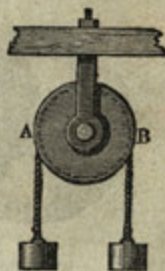
168. Kladka. Kladka jest kotouč (obr. 208.), opatřený na obvodu žlábkem, do něhož klade se provaz (řetěz). Kotouč otáčí se volně kolem osy C , procházející středem jeho a upevněné ve vidlici A , kteráž má na konci hák E , na němž buď břemeno buď kladka se zavěšuje.

Je-li kladka na háku zavěšena, tak že pouze okolo osy může se otáčeti, nikoliv však i s osou s místa se pohybovati, nazývá se *kladkou nehybnou*; je-li pak břemeno zavěšeno na háku a může-li kladka nejen okolo osy se otáčeti, nýbrž i s břemenem stoupati a padati, jmenuje se *kladkou hybnou*.

Obr. 208.



Obr. 209.



a) Na kladce nehybné (obr. 209.) působí síla P i břemeno Q na koncích téhož provazu. Poněvadž jest osa kladky podporou, kterou v rovnováze směr výslednice musí protínati, a poněvadž kolmice, sestrojené z osy na jakýkoliv směr síly i na jakýkoliv směr břemene, jsou jakožto poloměry kladky sobě rovny, patrně, že v rovnováze na kladce nehybné síla rovná se břemenu. Je-li totiž

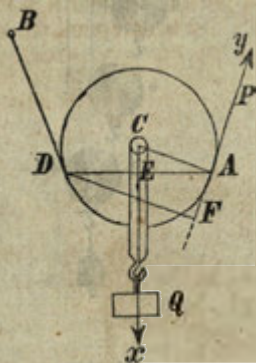
r poloměr kladky a značí-li tudíž r kolmice, z osy na směr síly a břemene sestrojené, jest $P \times r = Q \times r$, pročež $P = Q$. Kladku nehybnou lze patrně nahraditi pákou stejnoramennou AB , kolem osy v středu páky ležící otáčivou.

Kladka nehybná neslouží k tomu, abychom síly ušetřili, nýbrž užívá se jí pouze k tomu, aby směr síly dle potřeby se změnil.

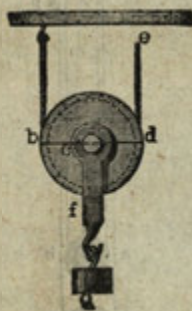
Pomocí kladky nehybné zdvihají se předměty do výšky, při čemž možno užívatí též síly koňské, poněvadž může síla směrem jakýmkoliv a tudíž i směrem vodorovným působiti. — Člověk sednuv na sedadlo, na jednom konci provazu zavěšené, může pomocí kladky nehybné sám sebe do výšky zdvihati aneb dolů spouštěti, když na druhý konec provazu větší neb menší částí váhy svého těla působí a rukama provaz dolů stahuje neb volně nahoru popouští. — K zavírání dveří užívá se závaží, zavěšeného na jednom konci provazu na nehybnou kladku položeného, jehož druhý konec s dveřmi jest spojen. — Lustry, plynojemy a jiné předměty udržují se pomocí kladky ve výšce jakékoliv v rovnováze se závažím stejně těžkým a mohou snadně se zdvihati neb se spouštěti.

b) Na kladce hybné (obr. 210.) působí břemeno Q v ose C visně dolů směrem cx , na jednom konci provazu působí síla P směrem Ay vzhůru, druhý konec provazu jest pak v B upevněn. Poněvadž jsou body D, C, A pevně spolu spojeny, lze kladku tuto pokládati za páku nestejnoramennou, v bodu D podepřenou, bod C jest pak působišťem břemene a bod A působišťem síly.

Obr. 210.



Obr. 211.



Sestrojíme-li z bodu D , který při rovnováze musí býti ve směru výslednice, $DE \perp cx$ a $DF \perp Ay$, jest $P \times DF = Q \times DE$, pročež $P : Q = DE : DF$. Prodloužením přímky DE až k bodu A a spojením bodu A se středem C vzniknou trojúhelníky CEA a DAF , jež jsou si podobny, neboť $\sphericalangle CEA = \sphericalangle DFA = 90^\circ$ a poněvadž $CA \parallel DF$, též $\sphericalangle CAE = \sphericalangle ADF$. Z podobnosti $\triangle CEA$ a $\triangle DAF$ vyplývá pak, že $AE : DF = CA : DA$ a poněvadž $AE = DE$, též $DE : DF = CA : DA$;

výše dovozeno, že $P : Q = DE : DF$,

pročež $P : Q = CA : DA$, t. j.

v rovnováze na kladce hybné má se síla ku břemenu, jako poloměr kladky k tetivě oblouku, provazem opásaného.

Jak patrné, ušetří se na kladce hybné síly tím více, čím větší jest tetiva oblouku, provazem opásaného. Poněvadž největší tetivou kruhu jest průměr, docílí se nejpříznivějšího poměru síly ku břemenu, když jsou oba konce provazu rovnoběžny jako na obr. 211., kdež $P : Q = cd : bd = r : 2r$ čili $P : Q = 1 : 2$, pročež $P = \frac{Q}{2}$, t. j. síla rovná se polovici břemene.

Poněvadž kladka vahou svou dolů padati usiluje, nutno ku břemenu připočísti váhu kladky, v těžišti jejím působící.

Obr. 212.



Obr. 213.



Kladky hybné užívá se ku zdvihání břemen a zavěšování těles, ku kterýmž účelům bývá mnohdy kladka hybná spojena s nehybnou, aby směr síly mohl dle potřeby se měniti.

169. Kladkostroje. Spojením více kladek hybných a dle potřeby i nehybných vznikají kladkostroje.

a) *Kladkostroj obecný* (obr. 212.) skládá se ze dvou *skřipcův*, z nichž jeden jest nehybný, na háku zavěšený, druhý pak hybný, na nějž břemeno q se zavěšuje. V každém skřipci jest *dvě* neb i více kladek spojeno a okolo všech kladek vine se jediný provaz jak to obr. 212. znázorňuje. Síla p působí na volném konci provazu; břemeno q , působící na háku hybného skřipce, rozděluje se v tolik stejných dílův, na koliku provazech jest zavěšeno, neboť jsou v rovnováze všechny provazy *stejně napnuty*. Provazův jest však tolik, kolik kladek kladkostroj skládá; je-li kladek 6, jako na kladkostroji v obr. 212., připadá na každý provaz, tudíž i na provaz c a následovně i na provaz d , na němž síla p působí, $\frac{1}{6}$ břemene i jest tudíž $p = \frac{q}{6}$. Je-li tudíž vůbec kladek n , jest pak

$$p = \frac{q}{n} \text{ a v rovnováze } p : q = 1 : n.$$

b) *Kladkostroj Archimedův* skládá se z více kladek *hybných*, vespolek tak spojených, že síla, kteráž má působiti na kladce první, přenáší se co břemeno na kladku druhou, síla druhé jest břemenem kladky třetí atd. Obyčejně bývají provazy rovnoběžny a volný konec posledního provazu bývá vložen na kladku *nehybnou*, kterou pouze směr síly, nikoliv však poměr její ku břemenu se mění.

Na kladce *bd* (obr. 213.) bylo by třeba v rovnováze síly p' , aby zůstalo břemeno q v rovnováze, a $p' = \frac{q}{2}$; na kladce *ef* jest p' břemenem, jež vyžaduje v rovnováze síly $p'' = \frac{p'}{2} = \frac{q}{4}$; na kladce *gh* jest břemenem p'' , jež bylo by v rovnováze se silou $p''' = \frac{p''}{2} = \frac{q}{8}$. Na nehybné kladce *ik* jest síla p v rovnováze s břemenem p''' a poněvadž $p = p'''$, jest $p = \frac{q}{8}$. Jak patrné, půlí se břemeno tolikrát po sobě, z koliku hybných kladek kladkostroj Archimedův se skládá.

Má-li poměr síly ku břemenu zevrubně se ustanoviti, nutno při kladkostrojích též ku váze kladek přiblížeti.

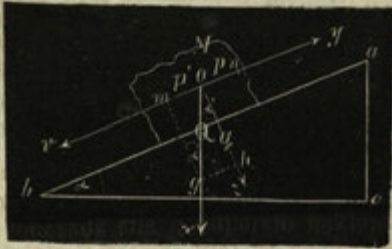
Kladkostrojů užívá se ku zdvihání břemen.

β) Nakloněné roviny.

170. Nakloněná rovina. Působí-li síla, již za břemeno pokládáme, *šikmým směrem* na nějakou pevnou rovinu, nazývá se rovina tato *nakloněná*. Sílu rozkládáme pak ve složky, z nichž jedna, působící na pevnou rovinu *kolmo*, odporem jejím se ruší, druhá pak jinou silou v rovnováze se udržuje.

a) Chceme-li tělo M (obr. 214.), jež vahou svou Q svisně dolů padati usiluje, na nakloněné rovině ab udržeti v rovnováze silou P , působící v těžišti těla

Obr. 214.



o směrem oy , s délkou ab nakloněné roviny rovnoběžným, tož vyhledáme podmínky rovnováhy následovně:

Váha těla Q , působící v těžišti jeho o , směrem svislým ox a poměrnou velikostí og , rozloží se ve složky q a P' tak, aby složka q působila směrem oz , na rovinu ab kolmým, a složka P' aby působila v též přímce oy , ve které síla P působí, ale smě-

rem protivravným, t. j. směrem ov . Sestrojením rovnoběžníku $omgh$ jeví se oh co poměrná velikost síly q a om co poměrná velikost síly P' . Poněvadž síla q odporem nakloněné roviny se ruší, může působiti pouze síla P' a účinkem jejím padá tělo M po nakloněné rovině ab směrem ov . Má-li tělo zůstatí v rovnováze, musí účinek síly P' rušiti se účinkem síly P , což děje se, když $P = P'$. Učiníme-li $on = om$, jest on poměrná velikost síly P .

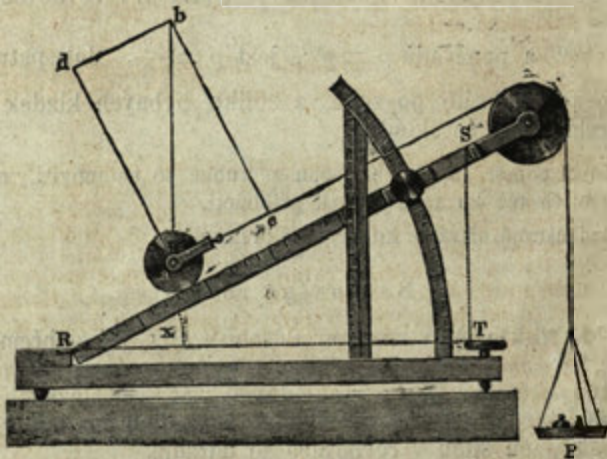
Poměr síly a břemene vyhledáme ze stran trojúhelníku mog ; neboť $P' : Q = om : og$ a poněvadž $P' = P$, též $P : Q = om : og$. Poněvadž $\sphericalangle bca = \sphericalangle gmo = 90^\circ$ a $\sphericalangle \alpha = \alpha'$ (neboť $og \perp bc$ a $gm \perp ab$), jest $\triangle mog \sim \triangle abc$ a tudíž

$$\frac{om}{og} = \frac{ac}{ab};$$

$$\text{a poněvadž } \frac{P}{Q} = \frac{om}{og}$$

vyplývá, že $\frac{P}{Q} = \frac{ac}{ab}$; ac jest pak výška a ab jest délka nakloněné roviny, pročež:

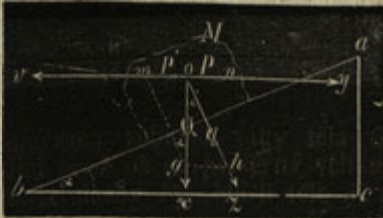
Obr. 215.



Působí-li na rovině nakloněné síla rovnoběžně s délkou roviny, má se v rovnováze síla ku břemenu, jako výška nakloněné roviny ku délce její.

Přístrojem, jež znázorňuje obr. 215. lze pravost zákonu právě odvozeného zkouškou dosvědčiti. Rovinu RS lze k rovině vodorovné RT v jakémkoliv úhlu α skloniti a pomocí šroubu v jakékoliv poloze udržeti. Válec mosazný σ , dobře uhlazený, udržuje se na rovině RS v rovnováze závažím P na miskou vloženým, jež musí býti tím větší, čím větší jest výška nakloněné roviny. Že možno velikost úhlu α , jakož i výšku a délku nakloněné roviny měřiti a tudíž poměr výšky ku délce stanoviti, jest z obrazce patrné.

Obr. 216.



b) Působí-li síla P (obr. 216.) v těžišti těla o rovnoběžně se základnou bc nakloněné roviny ab , totiž směrem ov , rozložíme Q ve složky q a P' tak, aby složka q , pů. obíc kolmo na rovinu ab směrem oz , odporem roviny se zrušila a složka P' by působila směrem protivným ov v též přímce vy , ve které P působí. Značí-li og

poměrnou velikost váhy těla Q , jeví se sestrojením rovnoběžníku $omgh$ oh co poměrná velikost složky q a om co poměrná velikost složky P' . Má-li tělo M zůstatí v rovnováze, musí $P = P'$ a je-li tudíž $on = om$, značí on poměrnou velikost síly P , kterou tělo M na nakloněné rovině ab v rovnováze se udržuje.

$P' : Q = om : og$ aneb $P : Q = om : og$. Poněvadž $\sphericalangle bca = \sphericalangle gom = 90^\circ$ a $\sphericalangle \alpha = \sphericalangle \alpha'$ (neboť $og \perp bc$ a $gm \perp ab$) jest $\triangle mog \sim \triangle abc$, a tudíž
 $om : og = ac : bc$;
 a poněvadž $P : Q = om : og$
 vyplývá, že $P : Q = ac : bc$; ac jest pak výška a bc jest základna nakloněné roviny, pročež:

Působí-li na rovině nakloněné síla rovnoběžně se základnou roviny, má se v rovnováze síla ku břemenu, jako výška nakloněné roviny ku základně její.

Nakloněné roviny užíváme, abychom zdvihání břemen do výšky si usnadnili. — *Líha* jest nakloněná rovina, které při nakládání sudů na vůz, jakož i při skládání jich se užívá. — *Schody* a šikmo stojící *žebříky* jsou taktéž nakloněné roviny; nakloněných rovin prkenných užívá se při stavbách, aby stavivo snáze na lešení mohlo se donášeti a dovážeti. — *Sílnice a cesty*, vedoucí přes vrchy, jeví se co nakloněné roviny, při nichž hledí stavitelé navážkou docíliti co nejpříznivějšího poměru mezi výškou a délkou. Na silnicích připadá na 100' délky nanejvýše 5' výšky; na železnicích nesmí na 100' délky ani 1/2' výšky připadati. — *Rečičtě* jsou taktéž nakloněné roviny, po kterých padá voda tím rychleji, čím větší jest sklon jejich.

171. *Klín* jest třístěnný hranol, jehož ostrá hrana nejčastěji mezi částí pevného těla se zarází k tomu cíli, aby části tyto od sebe se oddělily.

Od roviny nakloněné liší se klín pouze tím, že nakloněná rovina v klidu zůstává, kdežto klín se pohybuje, protože na klínu síla protivným směrem působí.

V průřezu názorně klín trojúhelníkem ACD (obr. 217.); strana AD se jmenuje *čelo*, AC slove pak *délka* a CD *šířka* klínu. Poněvadž jest klín nakloněná rovina, platí za rovnováhy síly a břemene tytéž zákony, jež byly odvozeny při nakloněné rovině.

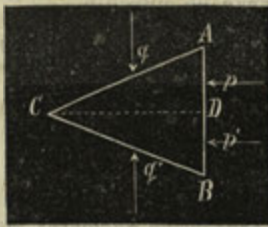
Působí-li tudíž síla p (obr. 217.) kolmo na čelo klínu a tudíž rovnoběžně se šířkou CD a břemeno kolmo na šířku CD , bude v rovnováze $p : q = AD : CD$.

Působí-li břemeno s obou stran na klín, přiostrí se klín na obou stranách, tak že skládá se takřka ze dvou nakloněných rovin ACD a BCD (obr. 217.) síla p musí pak býti v rovnováze s břemenem q a síla p' s břemenem q' .

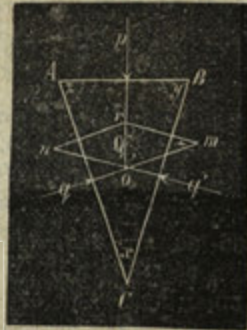
Výše bylo dovozeno, že $p : q = AD : CD$, protože $\frac{p}{q} = \frac{AD}{CD}$; taktéž $p' : q' = BD : CD$, protože $\frac{p'}{q'} = \frac{BD}{CD}$. Sečtením rovností vzniká pak $\frac{p}{q} + \frac{p'}{q'} = \frac{AD}{CD} + \frac{BD}{CD}$.

Je-li pak $q = q' = Q$, bude $\frac{p}{Q} + \frac{p'}{Q} = \frac{AD}{CD} + \frac{BD}{CD}$ aneb $\frac{p + p'}{Q} = \frac{AD + BD}{CD}$. Je-li pak $p + p' = P$ a $AD + BD = AB$, bude $\frac{P}{Q} = \frac{AB}{CD}$, a tudíž $P : Q = AB : CD$.

Obr. 217.



Obr. 218.



Působí-li síla P kolmo na čelo AB (obr. 218.) a po obou stranách břemena q a q' kolmo na AC a BC , t. j. kolmo na *délku*, tož prodloužíme směr q a q' , až setkají se ve společném bodu o . Je-li tento bod o s ostatními body klínu pevně spojen, lze působíště sil q a q' do tohoto bodu přeložiti. V rovnováze musí výslednice sil q a q' t. j. Q rovna býti síle P a působiti směrem protivným, to jest kolmo vzhůru na čelo AB . Značí-li pak or poměrnou velikost výslednice Q , tož sestrojením rovnoběžníků jeví se om co poměrná velikost síly q a on co poměrná velikost síly

q' , pročež $Q : q : q' = or : om : on$; poněvadž $Q = P$ a $on = mr$, následuje, že i $P : q : q' = or : om : mr$. Poněvadž $om \perp AC$, $mr \perp BC$ a $or \perp AB$, jest $\sphericalangle a = \sphericalangle x$, $\sphericalangle \beta = \sphericalangle y$ a $\sphericalangle \gamma = \sphericalangle z$ a tudíž $\triangle mro \sim \triangle ABC$, pročež:

$$or : om : mr = AB : AC : BC;$$

v ýše dovozeno, že $P : q : q' = or : om : mr$

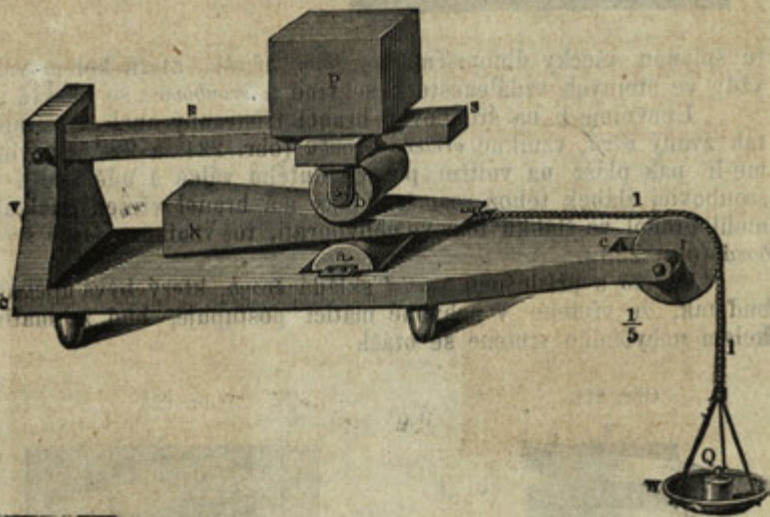
a tudíž $P : q : q' = AB : AC : BC$, z čehož vyplývá, že $P : q = AB : AC$ a $P : q' = AB : BC$.

Ze srovnalostí výše odvozených a z obou srovnalostí posledních vyplývá:

Je-li na klínu rovnováha, má se síla ku břemenu jako čelo klínu k tomu rozměru jeho, ve který břemeno kolmo působí.

Jak patrnó, může býti při stejném břemenu síla tím menší, čím ostřejší jest klín, to jest čím užší jest čelo a čím větší jest délka jeho.

Obr. 219.

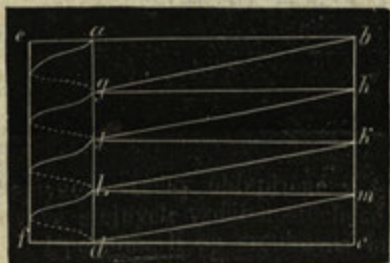


Přístrojem, jež obr. 219. znázorňuje, lze zákony o rovnováze na klínu odvozené zkouškou dosvědčiti. Břemeno P tlačí na klín k , mezi válci a a b velmi snadně pohyblivý; co síla působí závaží Q , vložené do misky w , zavěšené na provazu l , který jest ku klínu upevněn a přes kladku r přehozen. Čím ostřejší klín, tím menšího závaží Q bude třeba, aby totéž břemeno P v rovnováze se udrželo a klín v jakékoliv poloze v klidu setrval.

Zuby řezáky a špičáky, nože, nůžky, sekery, dýla, srpy, kosy, šavle, kordy, zuby na pile, rýče, motyky, rádló, pluh a vůbec veškeré nástroje řezací a sekací jsou klíny, obyčejně s pákou spojené. — Někdy bývají klíny více než dvěma nakloněnými rovinami omezeny, ano bývají i kuželovité, jako: hřebíky, šídla, jehly, vidláčky, zátky, kotlíky atd. — Klínů užívá se též k pevnému spojování dvou hmot vespolek, ku zdvihání těžkých předmětů do malé výšky, ku štěpání dříví a trhání kamene. Druhdy užívalo se klínových lisů k vytlačování oleje z řepkového semene.

172. Šroub. Sejmeme-li plášť (povrchní plochu postranní) válce *aefd* (obr. 220) a rozestřeme-li jej, objeví se plášť co obdélník *abcd*. Tento rozdělíme rovnoběžkami *gh*, *jk* a *lm* ve stejné obdélníky *abgh*, *ghjk*, *jklm* a *lmcd* i sestrojíme v rovnoběžnících těch úhlopříčné *bg*, *hj*, *kl* a *md*. Navineme-li pak opět plášť na válec,

Obr. 220.



Obr. 221.

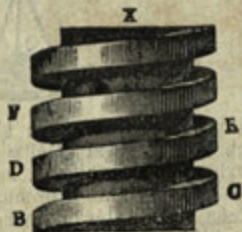


tu splynou všechny úhlopříčné v *jedinou křivku*, která kolem válce vždy ve stejných vzdálenostech se vine a *šroubovice* se nazývá.

Upevníme-li na šroubovici hranol třístranný aneb čtyřstranný tak zvaný *závit*, vznikne *vřeteno šroubu* (obr. 221. a 222.), navineme-li pak plášť na vnitřní povrch dutého válce a uděláme-li ve šroubovici žlábek téhož rozměru, jaký má hranol větene, tak aby mohl hranol ve žlábků tom se pohybovati, tož vznikne *matice šroubová* (obr. 223.).

Vřeteno s příslušnou *maticí* skládá *šroub*, který bývá upevněn buď tak, že větene v nehybné matici postupuje, buď že matice kolem nehybného větene se otáčí.

Obr. 222.



Obr. 223.



Šrouby se zhotovují rozdílným způsobem, a sice lije se kov do kadluby, aneb se dělá větene pilníkem, aneb připravují se na soustruhu zvláštními struháky z hmotných válců větene a z válců vyvrtaných příslušné matice, aneb vyřezává se zvláštním šroubořezem větene z válce, který ve šroubořezu v kruhu se otáčí, a šroubovým vrtákem zhotovuje se matice. Tenčí větene dělají se z drátu na šrubnici, t. j. ocelové desce, v níž jsou matice rozmanité velikosti vyřezány, ve kterých drát olejem navlhčený zvolna v kruhu se otáčí.

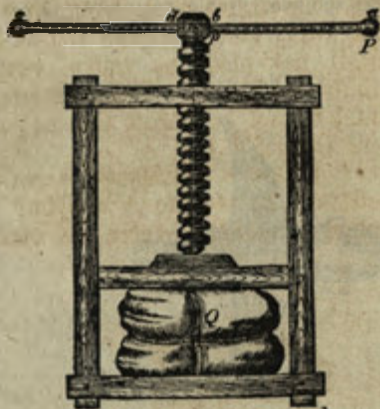
Vřetenem šroubovým kuželovitým připevňuje se často jedno tělo ke druhému; vřeteno zhotovuje si pak, otáčejíc se ve dřevě, kovu atd., příslušnou matici v těle samém, pročež zhusta pouhé vřeteno v životě obecném šroub se nazývá.

Každým úplným otočením šroubu v kruhu postupuje vřeteno aneb, je-li vřeteno nehybné, postupuje matice o výšku jedné otočky dále. Břemeno působí tudíž rovnoběžně s osou vřetene, a kdyby nebylo značného tření, pohybovalo by se účinkem břemene vřeteno v matici aneb matice po nehybném vřeteně jako po nakloněné rovině. Pohybu tomu zabraňuje síla, kteráž působí na obvodu vřetene směrem protivným onomu, jímž vřeteno aneb matice účinkem břemene v kruhu se otáčeti se snaží. Šroub lze tudíž pokládati za nakloněnou rovinu, na které působí břemeno rovnoběžně s výškou a síla rovnoběžně se základnou. Jak bylo v odst. 170. b) dovozeno, má se tu v rovnováze síla P ku břemenu Q , jako výška nakloněné roviny ku základně její. Výškou nakloněné roviny jest pak výška jedné otočky v a základnou jest obvod vřetene; je-li r poloměr vřetene, jest obvod $2\pi r$, pročež $P : Q = v : 2\pi r$, to jest v rovnováze na šroubu má se síla ku břemenu, jako výška jedné otočky k obvodu vřetene.

Obr. 224.

Aby mohla síla na obvodu vřetene působiti, prodlužuje se vřeteno v rukověť aneb bývá na konci opatřeno žlábkem, do něhož zarázuje se dlátko, jež co rukověť slouží, aneb jest vřeteno ukončeno hlavicí čtyř- neb šestihrannou, na kterou se zasazuje klíč šroubový, kterým vřeteno se otáčí. Nejčastěji spojuje se však šroub s jednoduchou tyčí, která do vřetene aneb, když toto jest nehybné, do matice se zastrkuje, jakož patrné na obr. 224. Síla P působí pak na konci tyče v a neb e a opisuje v působení svém kruh, jehož poloměrem jest délka tyče ac neb ce . Do srovnalosti, kterou zákon rovnováhy na šroubu byl vytknut, klade se pak na místě obvodu vřetene obvod kruhu, jež síla opisuje. Značí-li tudíž R délku tyče ac neb ce , bude v rovnováze $P : Q = v : 2\pi R$, t. j. v rovnováze má se tu síla ku břemenu, jako výška otočky k obvodu kruhu, jež působíště síly opisuje.

Jak z předcházejícího patrné, může býti v rovnováze na šroubu břemeno tolikrát větší než síla, kolikrát obvod vřetene aneb obvod kruhu, jež působíště síly při působení svém opisuje, větší jest než výška otočky. Je-li tudíž výška otočky velmi malá u přirovnání k obvodu vřetene, lze pomocí šroubu, *nehledíme-li ku tření*, i nepatrnými silami docílití účinkův velmi velikých. Tření vřetene v matici jest však tak značné,



že valná část síly jím na zmar přichází. Za to však již *pouhým třením břemene v matici ruší se obyčejně účinek břemene, a zamezuje se otáčení se vřetene v matici.*

■ Šroubu užívá se v obecném životě velmi hojně a sice:

a) Ku *připevňování a spojování těles*, při čemž působí zvláště značné tření vřetene v matici. Známý jsou rozličné druhy *svěráků, spínáček, svorníků* a rozmanitých *šroubů a šroubků*, jimiž jeden předmět s druhým se spojuje.

b) *Vrták (nebozez) a vývrtka* k vytahování zátek z láhví sloužící, jsou šrouby obecně užívané.

c) Šroubu užívá se s výhodou všude, kde chceme docílití velmi značného *tlaku*. Obr. 224. znázorňuje *šroubový lis*.

d) Šroub slouží *ku zdvihání těžkých břemen do neveliké výšky*.

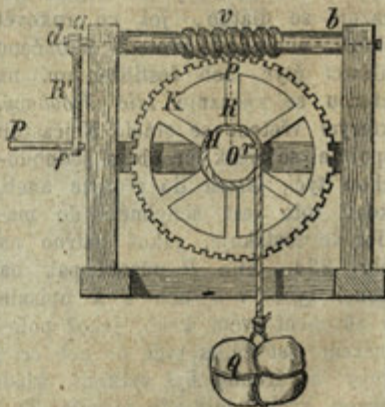
e) Poněvadž jedním otočením šroubu v kruhu postupuje vřeteno aneb matice pouze o výšku jedné otočky, patrné, že pootočí-li se šroub pouze o 1 stupeň, t. j. o 360. díl kruhu, postupuje vřeteno aneb matice o 360. díl výšky jedné otočky. Šroubem možno tudíž tělesa sobě vespolek sblížovati neb od sebe vzdalovati do vzdáleností tak nepatrných, jichž nelze jiným způsobem docílití. Šroub jest spolu nejcitlivější nástroj, jímž i nejmenší vzdálenost dvou předmětů od sebe, jakož i nejnepatrnější tloušťka těles zevrubně může se měřiti; šrouby k tomu cíli zvláště upravené zovou se proto *šrouby drobnoměrné* a jsou podstatnou částí *strojů rozdělovacích*.

f) Na *parních lodích šroubových* jest vřeteno s dvojitým polovičním závitem šroubovým (obr. 225.). Parním strojem otáčí se vřeteno toto velmi rychle okolo své osy a pohybující se ve vodě jako v matici postupuje i s lodí, s níž jest spojeno, rychle ku předu. (Vynálezcem šroubu lodního byl Čech Josef Ressel, narozený v Chrudimi r. 1793.)

Obr. 225.



Obr. 226.



g) Šroub *bezkončejný* čili (dle vynálezce svého) *šroub Archimedův* (obr. 226.) jest vřeteno šroubové, spojené s ozubeným kolem na hřídeli. Vřeteno *ab* zasáhá závity svými do zubů kola *K* a otáčejíc se nepostupuje dále, tak že *bez konce* otáčeti se může, pročež celý stroj šroubem *bezkončejným* se nazývá. Na hřídeli *H*, který kolem osy *O* se otáčí, působí břemeno *Q*, jež by v rovnováze na obvodu kola vyžadovalo síly *p*. Je-li *r* poloměr hřídele a *R* poloměr kola, bude v rovnováze $p : Q = r : R$, pročež $p = \frac{Q \times r}{R}$. Síla *p* jest bř-

menem na vřetenu *ab* a udržuje se v rovnováze silou *P*, působící na klíce *df*, kterou vřeteno se otáčí. Značí-li *R'* délku kliky čili poloměr kruhu, jež síla na konci kliky působící opisuje, a je-li *v* výška otočky vřetene, bude v rovnováze $P:p = v:2\pi R'$, pročež $P = \frac{p \times v}{2\pi R'}$, a nahradíme-li *p* hodnotou jeho dříve vypočtenou, jest $P = \frac{Q \times r}{R} \times \frac{v}{2\pi R'}$.

Je-li ku př. $r = 3''$, $R = 36''$, $v = \frac{1}{2}''$, $R' = 24''$ jest $P = \frac{Q \times 3}{36} \times \frac{1/2}{2 \times 3 \cdot 14 \times 24} = \frac{Q}{3617 \cdot 28}$, t. j. břemeno může v tomto případě 3617·28krát větší býti než síla, pročež silou 20 liber břemeno 72345·6 liber v rovnováze bylo by možno udržeti, kdyby stroj bez pohromy tak těžké břemeno mohl snést.

d) Práce strojů.

173. Práce. Pohybuje-li síla nějaké tělo, tak že koná tělo jistou dráhu, aneb překonává-li se účinkem síly jistý odpor na dráze určité délky, pak říkáme, že síla ta vykonala jistou práci.

Práce, již třeba, aby jedna libra nějaké hmoty v jedné vteřině dráhu jedné stopy vykonala, aneb aby odpor jedné libry na dráze jedné stopy v jedné vteřině se překonal, jest jednotkou práce a jmenuje se *librostopa*.

Abý 6 liber hmoty v jedné vteřině dráhu jedné stopy vykonalo, třeba práce 6 librostop; aby jedna libra hmoty v jedné vteřině dráhu 4 stopy dlouhou vykonala, třeba práce 4 librostop; jestliže však 6 liber hmoty za jednu vteřinu dráhu 4 stopy dlouhou vykonalo, byla práce $6 \times 4 = 24$ librostop.

Práce nějakou silou ve vteřině vykonaná rovná se tudíž součinu dvou činitelů; jeden z nich vyznačuje počet liber, jež se pohybovaly aneb jichž odpor se překonával, a druhý vyznačuje počet stop dráhy, kterou tělo ve vteřině vykonalo aneb na které odpor byl překonáván.

Práce 48 librostop dá se rozložití v činitele 1×48 , 2×24 , 3×16 , 4×12 , 6×8 i možno tudíž práci 48 librostop zdvihnouti v jedné vteřině 1 ř. do výšky 48', 2 ř. 24', 3 ř. 16', 4 ř. 12', 6 ř. 8' aneb 48 ř. do výšky 1', 24 ř. 2', 16 ř. 3', 12 ř. 4', 8 ř. 6'.

Ku měření větší práce běže se práce koně za jednotku. Práce koně jest pak 430 librostop.

Pravíme-li, že pracuje parní stroj silou čili vlastně prací 7 koní, jest práce stroje $430 \times 7 = 3010$ librostop.

174. Práce strojů. Zvětšíme-li sílu, již bylo třeba, aby na stroji břemeno v rovnováze se udrželo, nastane pohyb břemene aneb bude se překonávati odpor jeho. Síla koná pak jistou práci, čili, jak se říká, stroj koná jistou práci.

a) Působí-li na páce ab (obr. 227.) síla P v a , břemeno Q v b , a vykoná-li v jisté době působitě síly dráhu ad , tož vykoná působitě břemene v téže době dráhu be . V rovnováze platí zákon, že

$$P : Q = bc : ac$$

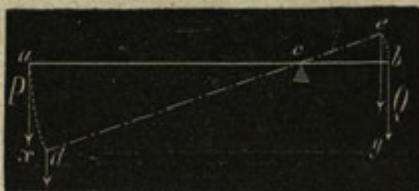
Z obrazce patrné, že

$$bc : ac = be : ad$$

pročež $P : Q = be : ad$ a tudíž $P \times ad = Q \times be$.

$P \times ad$ jest však práce síly a $Q \times be$ jest práce břemene, pročež na páce jest práce síly rovna práci břemene.

Obr. 227.



Jak patrné, můžeme síly na páce ušetřiti, neboť může býti síla tolikráte menší než břemeno, kolikráte jest rameno síly delší než rameno břemene; ale kolikráte jest rameno síly delší, tolikráte delší musí dráhu konati, neboť práce síly rovná se práci břemene a co ušetříme síly, musíme nahraditi dráhou a tudíž i časem. Patrné tedy, že pákou práce neušetříme.

b) Při kole na hřídeli bylo na str. 210. dokázáno, že v rovnováze má se síla P ku břemenu Q , jako poloměr hřídele r k poloměru kola R , totiž $P : Q = r : R$. Otočilo-li se kolo v jisté době jednou kolem své osy, vykonala síla dráhu, která rovná se obvodu kola $O = 2\pi R$; provaz, na němž jest břemeno zavěšeno, ovinul se v témž čase jednou okolo hřídele, pročež vykonalo břemeno dráhu, která se rovná obvodu hřídele $o = 2\pi r$. Poněvadž

$$o : O = r : R$$

a v rovnováze

$$P : Q = r : R$$

patrné, že

$$P : Q = o : O, \text{ pročež } P \times O = Q \times o,$$

t. j. práce síly jest i při kole na hřídeli rovna práci břemene.

Totéž platí i o kolostrojích.

c) Na kladce nehybné (str. 212.) jest v rovnováze síla rovna břemenu; pohybuje-li se konec provazu, na němž síla působí, dolů, stoupá druhý konec, který jest působitěm břemene v dráze stejně veliké vzhůru, z čehož patrné, že síla koná v jisté době tak velikou dráhu jako břemeno, pročež práce síly rovná se práci břemene.

Na kladce hybné (str. 213.) docílíme nejpříznivějšího poměru mezi silou P a břemenem Q , když $P : Q = 1 : 2$, t. j. síla může býti o polovici menší než břemeno. Aby však břemeno jistou dráhu vykonalo, musí vykonati síla dráhu dvakrát tak velikou, jest tudíž práce síly rovna práci břemene.

Totéž platí i o kladkostrojích.

Síla $P=3 \text{ žl.}$ a břemeno $Q=6 \text{ žl.}$ jsou na kladce hybné v rovnováze; vykoná-li však břemeno Q dráhu $2'$, vykoná síla v též době dráhu $4'$, i jest pak $6 \text{ žl.} \times 2' = 3 \text{ žl.} \times 4' = 12$ librostop práce síly i břemene.

d) Působí-li na rovině nakloněné síla rovnoběžně s délkou roviny (str. 216.), může býti v rovnováze tolikráte menší než břemeno, kolikráte jest výška roviny menší než délka její; zdviháme-li však silou touto břemeno po nakloněné rovině vzhůru a vykonala-li síla dráhu, rovnající se délce roviny, tož zdvihlo se břemeno v též době pouze do výšky nakloněné roviny, i jest tudíž opět dráha síly tolikráte delší než dráha břemene, kolikráte jest břemeno větší než síla. Práce síly i břemene jest tudíž zcela stejná.

Působí-li síla rovnoběžně se základnou nakloněné roviny (str. 217.), koná břemeno v jisté době dráhu, rovnající se výšce roviny, a síla koná v též době dráhu, rovnající se základně, pročež jest opět dráha síly tolikráte delší, kolikráte jest síla menší, i jest tudíž práce síly rovna práci břemene.

e) Poněvadž jest klín nakloněná rovina, vyplývá, že i na klínu práce síly rovná se práci břemene.

f) Na šroubu (str. 220.) může býti síla v rovnováze tolikráte menší než břemeno, kolikráte obvod kruhu, jež síla v působení svém opisuje, větší jest než výška otočky. Aby však břemeno o výšku jedné otočky postoupilo, musila síla proběhnouti obvod kruhu, jež opisuje, a vykonala tudíž dráhu tolikráte delší, kolikráte jest menší, pročež i na šroubu práce síly rovná se práci břemene.

175. Užitek a účel strojův. Z předcházejících úvah vyplývá, že, vyjímaje kladku nehybnou, na každém stroji lze síly ušetřiti, t. j. že menší silou lze větší břemeno v rovnováze udržeti aneb je pohybovati, že však dráha, kterou koná působisté břemene, tolikráte kratší jest, než dráha, kterou koná působisté síly, kolikráte síla menší jest než břemeno a že tudíž, ušetříme-li síly, toutéž měrou pozbyváme času, k práci potřebného.

Síla koná na stroji tutéž práci jako břemeno, pročež nelze strojem práce ušetřiti, anobrž spíše práce síly se zmenšuje třením, odporem, neohebností provazův, přilnavostí atd.

Strojův užíváme hlavně:

1. abychom mohli libovolného poměru mezi silou a břemenem docíliti a i menších sil ku pohybu velikých břemen užívati;
2. abychom mohli břemeno jakoukoli rychlostí pohybovati;
3. abychom mohli všeliké práce dokonale a pravidelně vykonávati, a
4. abychom k práci rozličných sil přírodních mohli užívati, jako: síly vody, páry atd.

Poněvadž překážkami práce síly ustavičně a tudíž čím dále tím více se zmenšuje, nelze nikterak sestrojiti *samohyb* (*perpetuum mobile*), t. j. stroj takový, který by, byv jednou v pohyb uveden, sám sebou stále se pohyboval.

B. Pohyb těles pevných.

(Dynamika.)

176. O pohybu vůbec. Při každém pohybu musíme pozorovati :

1. *Hmotný bod* aneb *tělo*, jež se pohybuje. Nejjednodušší jest pohyb jediného bodu, zákony tohoto pohybu lze však na pohyb celého těla rozšířiti.

2. Příčinu pohybu, t. j. *hybnou sílu*. Působí-li síla v tělo neb v bod jen okamžik, t. j. dobu tak kratičkou, že ji měřiti nelze, jmenuje se *silou okamžitou*, jako ku př. vrh, ráz; působí-li dobu, již možno měřiti, zove se *silou trvalou*, jako ku př. tah, tlak. Síla trvalá působí po celou dobu buď velikostí stejnou a jest pak *stálá*, buď mění se velikost její a zove se síla *proměnná*.

3. *Směr pohybu*, t. j. *přímku*, ve které bod skutečně se pohybuje aneb setrvačností svou se pohybovati se snaží.

4. *Dráhu*, kterou pohyující se tělo koná. Dráha tato jest *čára*, kterou pohyující se bod aneb tělo, jež myslíme si co jednoduchý bod, v pohybu opisuje. Čára tato jest *přímá* při pohybu *přímočárném*, a *křivá* při pohybu *křivočárném*. *Délka* dráhy určuje se obecnými měrami délkovými.

Při pohybu přímočárném jsou vyznačeny směr i dráha toutéž *přímkou*, ve které bod se pohybuje; při pohybu křivočárném naznačuje dráhu *křivka*, kterou pohyující se bod opisuje, směr jest pak v každém bodu dráhy jiný a určuje se *tečnou*, vedenou k tomu kterému bodu dráhy směrem tím, jímž tělo se pohybuje.

Otáčíme-li kámen do praku vložený v kruhu, pohybuje se kámen v dráze kruhové, vypustíme-li však náhle kámen z praku, pohybuje se směrem *tečné*, k tomu kterému bodu kruhu sestrojené.

5. *Čas pohybu*, t. j. jak dlouho pohyb trvá. Jednotkou času jest *vteřina*, pročež jest doba pohybu vždy vytknuta počtem vteřin.

6. *Rychlost*, t. j. délku dráhy, kterou tělo v jednotce času, t. j. v jedné vteřině koná.

Pravíme-li, že rychlost kulky z ručnice vystřelené jest 1500', značí to, že kulka za vteřinu dráhu 1500' dlouhou koná. Rychlost řek jest 3—5', větru 10', vichru 50', parovozů 30', 24liberní koule dělové 3300', zvuku 1050', světla 42000 mil, elektřiny 62000 mil atd.

U parovozů určuje se často rychlost délkou dráhy za jednu hodinu vykonané i béře se tu hodina za jednotku času.

7. *Spůsob pohybu*. Koná-li tělo ve *stejných*, třeba i velmi malých dobách *stejně* dráhy, nazývá se pohyb *rovnoměrný*. Tělo, pohyující se rovnoměrně, koná v každé vteřině dráhu *stejně* dlouhou a pohybuje se tudíž rychlostí *ustavičně stejnou*. — Koná-li tělo ve *stejných* dobách *nestejně* dráhy, jmenuje se pohyb *nerovno-*

měrný a ten jest buď *zrychlený*, když tělu rychlosti přibývá, buď *zpozděný* č. *zdržovaný*, když tělu rychlosti ubývá.

Přibývá-li aneb ubývá-li tělu ve stejných dobách rychlosti stejně č. *rovnoměrně*, nazývá se pohyb *rovnoměrně zrychleným* aneb *rovnoměrně zpozděným*; přibývá-li aneb ubývá-li tělu ve stejných dobách rychlosti nestejně, č. *nerovnoměrně*, jest pohyb *nerovnoměrně zrychlený* aneb *nerovnoměrně zpozděný*.

Koná-li tělo ve *stejných* dobách dráhy *nestejně*, jest délka dráhy v každé z jednotlivých za sebou následujících vteřin vykonané *nestejná*, pročez jest *rychlost* pohybu v každém jednotlivém bodu dráhy *jiná*.

177. Pohyb rovnoměrný. Značí-li vůbec c rychlost, kterou tělo *rovnoměrně* se pohybuje, t. j. délku dráhy, kterou tělo v jedné vteřině koná, tož bude, poněvadž tělo rovnoměrně se pohybující ve *stejných* dobách *stejně* dráhy koná, značiti c dráhu v *každé* vteřině vykonanou. Za 1 vteřinu vykoná tudíž tělo dráhu $1c$, za 2 vteřiny dráhu $2c$, za 3 vteřiny dráhu $3c$ a vůbec tedy za t vteřin dráhu $t \times c$.

Značí-li tudíž s dráhu, kterou vykonalo tělo v čase t , pohybovalo-li se rychlostí c , tož jest všeobecně $s = c \times t$, pročez

$$c = \frac{s}{t} \text{ a } t = \frac{s}{c}, \text{ t. j.}$$

1. *Dráha, kterou vykonalo tělo, pohybující se rovnoměrně, rovná se součinu rychlosti a času (počtu vteřin).*

Jak daleko dojede lokomotiva, pohybující se rovnoměrně rychlostí $30'$, za $\frac{1}{4}$ hodiny? — Odpověď: $\frac{1}{4}$ hodiny = 15 minut = 900 vteřin; $30' \times 900 = 27000' = 1\frac{1}{8}$ míle.

2. *Rychlost, kterou tělo rovnoměrně se pohybovalo, vypočteme, dělivše délku dráhy časem (počtem vteřin).*

Voda v řece rovnoměrně proudící vykonala za hodinu dráhu $\frac{3}{4}$ míle dlouhou; jakou rychlostí se pohybovala? — Odpověď: $\frac{3}{4}$ m. = 3000' = 18000', hodina = 60 minut = 3600 vteřin; $18000' : 3600 = 5'$ jest hledaná rychlost.

3. *Čas (počet vteřin), jak dlouho rovnoměrný pohyb trval, rovná se podílu z dráhy, dělené rychlostí.*

Jakého času potřebuje sluneční světlo, aby až k zemi došlo, jje-li průměrná vzdálenost slunce od země 20,500,000 mil a rychlost, kterou světlo rovnoměrně postupuje, 42,000 mil? Odpověď: $20,500\ 000 : 42,000 = 488$ vteřin = 8 minut a 8 vteřin.

Síla okamžitá, působící v tělo dobu nesmírně kratičkou, již ani měřiti nelze, uděluje tělu jisté rychlosti a touto rychlostí pohybovalo by se tělo, jsouc setrvačné a nemohouc tudíž ni směru ni rychlosti v pohybu svém změnití, *přímocárně a rovnoměrně*, kdyby nebylo pře-

kážek a tíže, v každé tělo působící. Překážkami a účinkem tíže obývá však tělu vždy rychlosti a mění se mnohdy i směr pohybu, pročež silou okamžitou nelze pohybu rovnoměrného docílit. K pohybu rovnoměrnému užíváme tudíž sil trvalých, jichž působení zvláště se upravuje,

V hodinových strojích, jež pohybují se rovnoměrně, slouží co síla tíže (váha závaží, aneb pružnost pěr spirálních.

178. Pohyb rovnoměrně zrychlený a zpozděný. a) Působí-li v tělo síla trvalá, uděluje mu nepřetržitě jisté rychlosti. Poněvadž tělo, jsouc setrvačné, nabytou rychlost podporuje a v každé následující době nové rychlosti nabývá, jest rychlost jeho čím dále tím větší a tělo se pohybuje zrychleně. Je-li síla stálá, přibývá tělu ve stejných dobách rychlosti stejně i pohybuje se tělo rovnoměrně zrychleně, t. j. rychlosti přibývá tou měrou, kterou přibývá času.

Bylo-li tělo v pohyb rovnoměrný přivedeno a působí-li pak v ně síla trvalá a stálá směrem protivným, bude tělu v pohybu ve směru původním rychlosti ubývatí tou měrou, kterou přibývá času i pohybuje se pak tělo rovnoměrně zpozděně.

b) Poněvadž v pohyb zrychleném i zpozděném rychlost ustavičně se mění, lze stanoviti pouze rychlost, jakou má tělo v jistém okamžiku, ku př. na konci jisté vteřiny, a tato rychlost zove se pak rychlostí konečnou č. rychlostí dobní, poněvadž jest to rychlost, které tělo za jistou dobu, t. j. až do konce jisté vteřiny nabylo. Kdyby síla na konci jisté vteřiny působiti přestala, pohybovalo by se tělo nabytou rychlostí konečnou rovnoměrně, a konalo by v každé vteřině dráhu, která této rychlosti konečné se rovná.

c) Rychlost, která tělu rovnoměrně zrychleně se pohybujícímu v každé vteřině přibývá, zove se zrychlením (akcelerace). Značí-li g zrychlení, tož má tělo na konci 1. vteřiny rychlost $1g$, na konci 2. vteřiny rychlost $2g$, na konci 3. vteřiny rychlost $3g$, a na konci doby t , která vytknuta jest počtem vteřin, má tělo konečnou rychlost

$v = g \times t$, t. j. konečná rychlost rovná se součinu ze zrychlení a času (počtu vteřin).

Z rovnice $v = g \times t$ vyplývá, že $g = \frac{v}{t}$ a $t = \frac{v}{g}$, t. j. zrychlení rovná se podílu z rychlosti konečné, dělené časem (počtem vteřin) a čas (počet vteřin) rovná se podílu z rychlosti konečné dělené zrychlením.

Tělo padající volně s výšky nepřilíš veliké pohybuje se zrychlením $31'$; jakou má rychlost konečnou po uplynutí 5 vteřin? Odpověď: $31 \times 5 = 155'$.

Jak dlouho padá tělo, má-li v jistém okamžiku rychlost 248'? Odpověď: $248 : 31 = 8$ vteřin.

d) Počíná-li tělo z klidu rovnoměrně zrychleně se pohybovati, tož jest počátečná rychlost jeho 0 a je-li zrychlení $2'$, tož má tělo na konci 0., 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. vteřiny konečnou

rychlost 0', 2', 4', 6', 8', 10', 12', 14', 16'. Na konci 4. vteřiny, t. j. za polovici doby celé (neboť pohybovalo se tělo 8 vteřin), má tělo rychlost 8' a rychlost tato jest rychlost střední, neboť o kolik stop jest rychlost na konci 5., 6., 7. a 8. vteřiny větší než rychlost střední, právě o tolik jest na konci 3., 2., 1. a 0. vteřiny menší, než rychlost střední, pročež, když přebytek od rychlosti na konci 5., 6., 7. a 8. vteřiny odečteme a k rychlosti na konci 3., 2., 1. a 0. vteřiny jej připočteme, bude rychlost ve všech vteřinách stejná, totiž střední 8'.

Na konci 5. vteřiny rychl.	10' - 2' = 8'
" " 6. " "	12' - 4' = 8'
" " 7. " "	14' - 6' = 8'
" " 8. " "	16' - 8' = 8'

a taktéž na konci 3. vteřiny rychl.	6' + 2' = 8'
" " 2. " "	4' + 4' = 8'
" " 1. " "	2' + 6' = 8'
" " 0. " "	0' + 8' = 8'.

Mélo-li tělo *A* začátečnou rychlost 0 a pohybuje-li se rovnoměrně zrychleně, vykoná v době *t* dráhu tak velikou, jako tělo jiné *B*, jež v témž okamžiku pohybovati se počalo a střední rychlostí (polovičnou rychlostí konečnou) těla *A* rovnoměrně se pohybovalo; neboť o mnoho-li jest dráha těla *B* v první polovici času delší, než dráha těla *A*, právě o tolik jest dráha těla *B* ve druhé polovici delší, než dráha těla *A*.

Při pohybu rovnoměrném jest dráha rovna součinu rychlosti a času (str. 227.); značí-li tudíž *s* dráhu, *v* rychlost konečnou, pročež $\frac{1}{2}v$ rychlost střední, a *t* čas, koná tělo *B* dráhu $s = \frac{1}{2}v \times t$. Tutéž dráhu koná tělo *A* po stejnou dobu *t* rovnoměrně zrychleně se pohybující, jehož počátečná rychlost jest 0 a konečná rychlost *v*, jest tudíž dráha jeho $s = \frac{1}{2}v \times t$, t. j. dráha, již vykoná tělo rovnoměrně zrychleně se pohybující, rovná se součinu z polovice konečné rychlosti a času.

Jak bylo výše u c) dokázáno, jest $v = g \times t$, pročež $s = \frac{1}{2}g \times t \times t = \frac{1}{2}g \times t^2$, t. j. dráha při pohybu rovnoměrně zrychleném rovná se součinu z polovice zrychlení a čtverce času.

179. Pád volný. Z příčin na str. 25. vyložených možno sílu těžnou pokládati za sílu trvalou a stálou, působí-li v témž místě v tělesa, jichž vzdálenosti od středu zemského jen nepatrně od sebe se liší.

Důkladnými zkouškami, při nichž hledělo se i ku překážkám, které tělo padajíc vzduchem překonati musí, bylo dokázáno, že se pohybuje každé tělo, s výšky nepřilíš značné volně padající, rovnoměrně zrychleně, pročež konečná rychlost těla volně padajícího

po uplynutí doby t jest $v = g \times t$, z čehož patrné, že rychlosti při pádu volném přibývá tou měrou, kterou přibývá doby pohybu.

Dráha za dobu t vykonaná $s = \frac{1}{2}v \times t$ čili $s = \frac{1}{2}g \times t^2$; vložíme-li tudíž na místě doby t určitý počet vteřin, shledáme, že koná tělo volně padající

$$\begin{array}{l} \text{za 1 vteřinu dráhu } s_1 = \frac{1}{2}g \times 1^2 = \frac{1}{2}g \times 1 \\ \text{" 2 vteřiny " } s_2 = \frac{1}{2}g \times 2^2 = \frac{1}{2}g \times 4 \\ \text{" 3 " " } s_3 = \frac{1}{2}g \times 3^2 = \frac{1}{2}g \times 9 \\ \text{" 4 " " } s_4 = \frac{1}{2}g \times 4^2 = \frac{1}{2}g \times 16 \text{ atd.} \end{array}$$

Porovnávajíc dráhy tyto vespolek, vidíme, že

$$s_1 : s_2 : s_3 : s_4 = 1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2, \text{ t. j.}$$

dráhy, při pádu volném od počátku pohybu až do konce jisté doby vykonané, mají se k sobě jako čtverce dob, v nichž byly vykonány.

Z předcházejícího vyplývá, že koná tělo volně padající

$$\begin{array}{l} \text{v 1. vteřině dráhu } s' = s_1 = \frac{1}{2}g \times 1 \\ \text{ve 2. " " } s'' = s_2 - s_1 = \frac{1}{2}g \times 3 \\ \text{ve 3. " " } s''' = s_3 - s_2 = \frac{1}{2}g \times 5 \\ \text{ve 4. " " } s'''' = s_4 - s_3 = \frac{1}{2}g \times 7 \text{ atd.} \end{array}$$

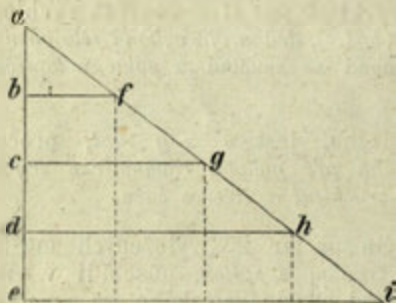
Porovnávajíc tyto dráhy vespolek, shledáváme, že

$$s' : s'' : s''' : s'''' = 1 : 3 : 5 : 7, \text{ t. j.}$$

velikosti dráh v jednotlivých po sobě jdoucích vteřinách vykonaných, přibývá při pádu volném jako čísel lichých.

Všecky tři zákony právě vyložené lze jednoduchým nákresem znázorniti. Stejně přímky (obr. 228.) $ab = bc = cd = de$ značí vteřiny za sebou následující, přímky bf, cg, dh a ei , jež mají se k sobě jako 1: 2: 3: 4, jsou konečné rychlosti na konci vteřin za sebou následujících, trojúhelníky abf, acg, adh, aei , jež mají se k sobě jako 1: 4: 9: 16 čili jako $1^2: 2^2: 3^2: 4^2$, jsou plochy dráh za 1, 2, 3, 4 vteřiny proběhnutých a plochy $abf, bfcg, cgdh, dhe$, jež jsou vespolek v poměru 1: 3: 5: 7, značí plochy dráh, vykonaných v jednotlivých vteřinách za sebou následujících, totiž ve vteřině první, druhé, třetí a čtvrté.

Obr. 228.



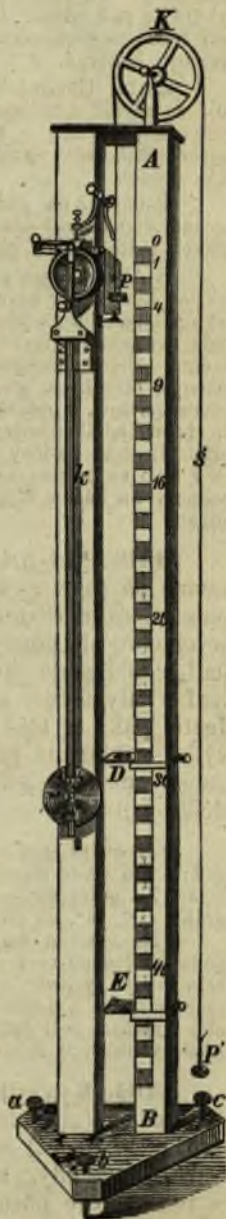
Zrychlení g těžné síly bylo zkouškami stanoveno a jest v našich krajinách $g = 31'$.

Poněvadž jest zrychlení těžné síly veliké a překážka vzduchu značná, nelze zákony volného pádu právě odvozené, na tělesích volně padajících pozorovati a osvědčovati, nýbrž užívá se k tomuto účeli Atwoodova padostroje.

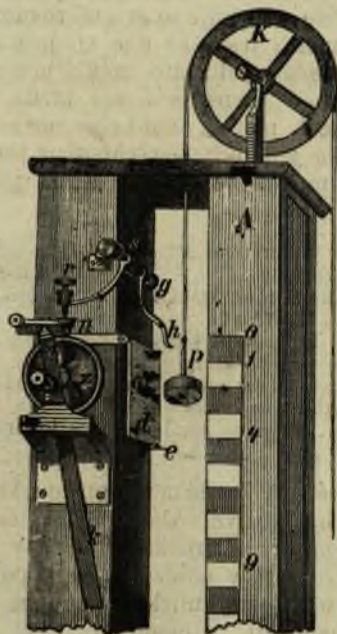
Atwoodův padostroj jest sloup *AB* (obr. 229.) asi 8' vysoký, v palce rozdělený, který pomocí šroubů *a*, *b*, *c* svisně se stavi. Na hořejším konci sloupu *AB* pohybuje se okolo své osy velmi snadně kladka *K*. Do žlábků kladky klade se tenká hedbávná šnůrka *s*, na jejichž koncích zavěšena jsou stejně těžká závaží *P* a *P'*, kteráž tudíž v poloze jakékoliv v rovnováze zůstávají. Přidáme-li na závaží *P* přivažek *p*, nejméně tak těžký, aby tření kladky přemáhal, padá tento podél sloupce *AB* zrychlením *g'* mnohem menším, než 31', neboť se pohybuje silou těžnou, v přivažek působící, netoliko hmota přivažku samého, nýbrž i hmota obou závaží *P* a *P'*, jakož i hmota kladky a šnůrky. Obyčejně brává se přivažek tak těžký, aby zrychlení *g'* bylo 2"; jestli pak $\frac{1}{2}g' = 1''$ a dráha za první vteřinu vykonaná jest pak $s_1 = \frac{1}{2}g'^1 \times 1 = 1'' \times 1 = 1''$, dráha za dvě vteřiny vykonaná jest $s_2 = \frac{1}{2}g'^1 \times 2^2 = 1'' \times 4 = 4''$, za tři vteřiny $s_3 = \frac{1}{2}g'^1 \times 3^2 = 1'' \times 9 = 9''$ atd.; dráha v první vteřině vykonaná jest pak $s' = 1''$, ve druhé vteřině $s'' = 3''$, ve třetí vteřině $s''' = 5''$ atd., z čehož patrně, že dráhy mají se k sobě jako čtverce dob, v nichž byly vykonány, a že velikosti drah v jednotlivých za sebou jdoucích vteřinách vykonaných přibývá jako čísel lichých.

Podél sloupce *AB* posouvá se vodorovná deska *D*, kterou možno v jakékoliv poloze upevniti. Deska tato opatřena otvorem, kterým závaží *P* volně pro-

Obr. 229.



Obr. 230.



padává, přívazek p bývá pak podlouhlý, tak že na desce D ležeti zůstává. Druhá podobná deska E , otvoru nemající, zastavuje pád závaží P na konci jisté doby. Od onoho okamžiku, kde přívazek na desce D ležeti zůstal, pohybuje se pak závaží P dolů a závaží P' nahoru účinkem setrvačnosti rychlostí konečnou rovnoměrně a koná tudíž v každé vteřině dráhu rovnající se této rychlosti konečné.

Zůstal-li přívazek na desce D ležeti na konci 1., 2., 3., 4. vteřiny, pohybují se závaží konečnou rychlostí $v_1 = g' \times 1 = 2'' \times 1 = 2''$, $v_2 = g' \times 2 = 2'' \times 2 = 4''$, $v_3 = g' \times 3 = 2'' \times 3 = 6''$, $v_4 = g' \times 4 = 2'' \times 4 = 8''$ atd., z čehož patrné, že konečné rychlosti při pádu volném přibývá tou měrou, kterou přibývá doby pohybu.

Poněvadž na padostroji Atwoodově zrychlení obyčejně jen $2''$ obnáší, překáží vzduch volnému padání závaží a přívazku jen nepatrně, pročež překážkou touto zákony pádu volného se nemění.

S Atwoodovým padostrojem bývá spojeno kyvadlo k , jež bývá upraveno tak, že kývajíc se, hořejším koncem svým m (obr. 230.) zdvihá paličku n , kteráž opět padajíc na konci každé vteřiny na zvonek z naráží a znění působuje, čímž počítání vteřin od počátku pohybu až do konce jisté vteřiny jest usnadněno. Aby padání počátkem první vteřiny započalo, staví se závaží P s přiloženým přívazkem p na desku d , kteráž, na háčku h skrze otvor o provlečeném spočívajíc, v poloze vodorovné při počátku 1. palce se přidržuje. Počátkem 1. vteřiny zdvihne hořejší konec kyvadla m paličku n a tudíž i konec r pákového přístroje $ragh$, paličky se dotýkající, takže rameno rs vzhůru a tudíž rameno gh v levo se pošine a háček h otvorem o se vysouvne. Deska d , pozbyvši podpory na háčku h , spadne a zachytí se háčkem e a závaží P počne se pohybovati.

180. Pád na rovině nakloněné. Padá-li tělo po nakloněné rovině ab (obr. 214. na str. 216.) směrem ov dolů, tož působí v ně pouze složka P' těžné síly Q . Tělo pohybuje se ovšem rovnoměrně zrychlené, ale poněvadž síla P' menší jest než tíže Q , jest zrychlení g' při pádu na rovině nakloněné tolikrát menší než zrychlení g síly těžné, kolikrát složka P' menší jest než těžná síla Q . Ježto pak P' tolikrát menší jest než Q , kolikrát menší jest výška nakloněné roviny než délka její, jest i zrychlení g' tolikrát menší než $31'$, kolikrát výška nakloněné roviny menší jest než délka její.

Je-li ku př. nakloněná rovina $248''$ dlouhá a $4''$ vysoká, jest zrychlení $248 : 4 = 62$ krát menší než $31'$ i jest tudíž $g' = \frac{31'}{62} = \frac{1}{2}' = 6''$ a tudíž $\frac{1}{2} g' = 3''$. Za první vteřiny vykonalo by tudíž tělo dráhu $s_1 = 3''$, za dvě vteřiny dráhu $s_2 = 12''$, za tři vteřiny dráhu $s_3 = 27''$ atd.

Na místě Atwoodova padostroje lze použití k dokladu zákonův volného pádu nakloněné roviny (jakož učinil to *Galilei*, který r. 1602 zákony o pádu volném byl vyslovil). Ve žlábků dosti dlouhém na jednom konci podloženém (nakloněném) a dobře uhlazeném pohybuje se koule kovová určitým zrychlením i možno, je-li délka žlábků ku př. v palce rozdělena, měřiti dráhy, jež koule v určitých dobách koná.

181. Kyvadlo jednoduché. a) Zavěsíme-li těžkou kovovou kuličku a (obr. 231.) v ose c hedbávným vláknem ca , tož působí v ní tíže Q směrem svisným ax a kulička zůstává v rovnováze jen tehdy, když vlákno ca jest v poloze svisné, poněvadž v této poloze působení tíže se ruší, ješto kulička nemohouc od osy c se vzdalovati, směrem ax pohybovati se nemůže.

Vyšíneme-li kuličku z a do b , tak že vlákno polohy cb nabývá a s původní svisnou polohou ca úhel α svírá, a pustíme-li kuličku z ruky, tož působí v ni tíže Q směrem svisným by a poměrnou velikostí bd . Rozložíme-li Q ve složky na sobě kolmé be a bf , tož zruší se působení složky be , v prodlouženém směru vlákna cb působící, a účinkem druhé složky bf , působící směrem bz , vrací se kulička, pohybující se v kruhovém oblouku ba , do svislé polohy ca nazpět. Síla bf jest složka síly těžné, tudíž síly *trvalé*, pročež pohybuje se kulička z b do a *zrychleně*. V $\triangle bdf$ jest $\sphericalangle a' = \sphericalangle a$ (poněvadž $by \parallel ca$), a poněvadž úhel α a tudíž i $\sphericalangle a'$ stává se tím menší, čím více cb svisnému směru ca se blíží, jest též strana bf v $\triangle bdf$ a tudíž i složka bf čím dále tím menší, pročež jest pohyb z b do a *nerovnoměrně zrychlený*. V a jest složka bf nullou, poněvadž dostihne-li cb polohy ca , úhel α jest nullou, ale kulička nezůstává v a v klidu, nýbrž, jsouc setrvačná, pohybuje se, nabyvši v a největší konečné rychlosti a zůstávajíc od osy c vždy stejně vzdálena, v kruhovém oblouku ag vzhůru. V každém jednotlivém bodu dráhy ag působí však v kuličku síla těžná Q a rozložíme-li ji ku př. v bodu g ve složky gl a gk , vidíme, že složka gk , v prodlouženém směru vlákna cg působící, se ruší, složka gl pak kuličku stále směrem protivným onomu, jímž se pohybuje, pohybovati se snaží, pročež rychlosti, kterou kulička z a do g stoupá, ustavičně ubývá a kulička z a do g *zpozděně* se pohybuje. Složka gl jest však tím větší, čím více přibývá velikosti úhlu β , t. j. čím více ca ode směru svisného se vzdaluje, ubývá tedy účinkem složky této kuličky v pohybu z a do g rychlosti čím dále tím více, pročež je pohyb z a do g *nerovnoměrně zpozděný*. Poněvadž *toutéž silou* pohyb z a do g se *zpozdjuje*, kterou z b do a se *zrychloval*, ubývá rychlosti při pohybu z a do g *toutéž měrou*, kterou jí přibývalo při pohybu z b do a , i musí tudíž v g konečná rychlost býti nullou, když oblouk $ag = ab$. Z g pohybuje se kulička do a právě tak, jako z b do a , t. j. *nerovnoměrně zrychleně*, nabývá v a největší konečné rychlosti, stoupá pak v oblouku ab *nerovnoměrně zpozděně*, pohybuje se pak opět z b do a *nerovnoměrně zrychleně* a t. d. i pohybovala by se takto bez konce, kdyby nebylo odporu vzduchu a tření na ose c .

Pohybuje-li se tělo, vzdalujíc se od polohy, ve které v rovnováze se nalézá, *nerovnoměrně zpozděně*, a koná-li, vracejíc se do polohy, v níž v rovnováze se nalézá, pohyb *nerovnoměrně zrychlený*, nazývá se tento způsob pohybu *kývání* a tělo takto se pohybující nazývá se *kyvadlo*. Pohyb z b do g aneb z g do b slove *kyv*, čas k vykonání kyvu potřebný jmenuje se *doba kyvu* a úhel α jest *úhel kyvu*.

Obr. 231.



Jediný těžký bod a , zavěšený v ose c nití ca , která žádně váhy nemá, jmenuje se *kyvadlo jednoduché* neb *mathematické*, a vzdálenost bodu a od osy c , t. j. přímka ca zove se *délkou* tohoto kyvadla.

Jednoduchého kyvadla, jež možno toliko si mysliti, ve skutečnosti nestává; nejvíce přibližuje se mu těžká platinová kulička, tenkým hedbávným vláknem v ose zavěšená, ježto malou kuličku za jediný bod pokládati můžeme a váha vlákna u přirovnání k váze kuličky tak jest nepatrná, že vlákno téměř netěžké se jeví.

Všecka kyvadla skutečná jsou *kyvadla složená* č. *fysická*.

c) Dle výpočtu je doba kyvu $t = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$, v čemž značí l délku kyvadla a g zrychlení tíže v tom místě, kde kyvadlo se kývá. Z této rovnice odvozeny pro pohyb kyvadla jednoduchého zákony následující:

1. Doba kyvu t nespravuje se velikostí úhlu kyvu, pokud úhel ten 10° nepřevyšuje, pročez totéž kyvadlo, v témž místě se kývající, *kratší i delší oblouky v též době probíhá*, pokud oblouky tyto 10° nepřesahují.

Poněvadž doba kyvu $t = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$, jest $t^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g}$; má-li pak kyvadlo délku L , jest i doba kyvu jiná, totiž T , a zůstalo-li zrychlení g téžné sly nezměněno, t. j. kývá-li se toto kyvadlo v témž místě, jako ono, jehož délka jest l , tož bude $T = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, a tudíž $T^2 = \pi^2 \cdot \frac{L}{g}$. Z porovnání vyplývá pak $t^2 : T^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g} : \pi^2 \cdot \frac{L}{g}$ a tudíž $t^2 : T^2 = l : L$, z čehož plyne zákon:

2. *Doba kyvu jest tím delší, čím delší jest kyvadlo*, a sice musí při stejném zrychlení téžné sly býti délka kyvadla $2 \times 2 = 4$ kráté, $3 \times 3 = 9$ kráté, $4 \times 4 = 16$ kráté větší, má-li býti doba kyvu 2kráté 3kráté, 4kráté delší.

Výše bylo odvozeno, že $t^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g}$. Kývá-li se totéž kyvadlo, mající délku l , na jiném místě, kdež zrychlení téžné sly jest G , bude doba kyvu $T^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{G}$. Z porovnání plyne pak

$t^2 : T^2 = \pi^2 \cdot \frac{l}{g} : \pi^2 \cdot \frac{l}{G}$ čili $t^2 : T^2 = \frac{1}{g} : \frac{1}{G}$ aneb $t^2 : T^2 = G : g$, z čehož vyplývá zákon:

3. *Doba kyvu je tím větší, čím menší je zrychlení téžné sly v tom místě, kde kyvadlo se kývá*, a sice musí při stejné délce kyvadla zrychlení téžné sly býti $2 \times 2 = 4$ kráté, $3 \times 3 = 9$ kráté, $4 \times 4 = 16$ kráté větší, má-li býti doba kyvu 2kráté, 3kráté, 4kráté kratší.

182. Kyvadlo složené č. fyzické možno pokládati za souhrn velmi mnohých kyvadel jednoduchých, nestejně dlouhých; neboť jest každá hmotná částice kyvadla s osou pevně spojena i možno tudíž každou za kyvadlo jednoduché pokládati. Poněvadž jsou hmotné částice složeného kyvadla od osy nestejně vzdáleny, mají kyvadla jednoduchá, z nichž kyvadlo fyzické se skládá, délku a tudíž i dobu kyvu nestejnou. Kratší kyvadla, t. j. hmotné částice ose bližší, snaží se, aby kývala se rychleji, a zrychlují tudíž kývání hmotných částic od osy vzdálenějších; delší kyvadla, t. j. hmotné částice od osy vzdálenější, snaží se, aby kývala se volněji a zpozdují tudíž kývání částic ose bližších. Ze všech těchto kyvů skládá se kyv složeného kyvadla, k němuž třeba jisté doby. Myslíme-li si vedlé kyvadla složeného kyvadlo jednoduché, jehož délku upravili bychom tak, aby byly kyvy obou kyvadel stejnodobé, tož jest *délka kyvadla jednoduchého převedenou č. redukovanou délkou kyvadla složeného.*

Položíme-li skrze osu kyvadla v klidu se nalézajícího svisnou rovinu a vedeme-li v této rovině rovnoběžně s osou přímkou, od osy tak vzdálenou, jaká jest převedená délka kyvadla, tož kývají se všechny hmotné body kyvadla v té přímkce ležící stejnodobě s tím kterým kyvadlem jednoduchým a kývání jejich nezrychluje ani nezpozdjuje se kýváním bodů ostatních. Přímkka tato se jmenuje *osou kyvu* a každý z bodů jejich jest *bod kyvný*. Kyvný bod, ležící ve svisné, těžištěm kyvadla vedené, slove *střed kyvu* a jest vždy *pod těžištěm*. Kyvadlo složené kývá se tudíž tak, jako by veškerá hmota jeho v kyvném bodu byla soustředěna.

Převedenou délku kyvadla složeného lze též vypočísti. Poněvadž $t^2 = \pi^2 \frac{l}{g}$, jest $l = \frac{t^2 \cdot g}{\pi^2}$, z čehož, známa-li doba kyvu t a zrychlení g téžné síly, délku l možno stanoviti. Je-li t jedna vteřina, tak že $t = 1$, jest $l = \frac{g}{\pi^2}$ a poněvadž $g = 31 \cdot 03'$, $\pi = 3 \cdot 1415$ a tudíž $\pi^2 = 9 \cdot 869$, jest *délka kyvadla vteřinového* $l = 31 \cdot 03' : 9 \cdot 869 = 3 \cdot 144'$.

Kyvadla užívá se k účelům následujícím :

1. Poněvadž kyvadlo v téměř místě koná kyvy své stejnodobě, pokud délka jeho se nemění, slouží ku měření času a sice samo o sobě co kyvadlo vteřinové (ku př. při Atwoodově padostroji viz obr. 229. str. 231.) aneb co kyvadlo hodinové ve spojení se strojem hodinovým.

Na obraze 232. viděti kyvadlo na ohebném plišku zavěšené, jež prochází vidlicí, s kterou spojena jest kotva. Každým kyvem postupuje kotva o jeden zub ozubeného kolečka, s nímž spojena jsou ostatní kolečka hodinového stroje. Kolečko, do jehož zubův kotva zasáhá, udržuje se v pohybu buď závažím, buď pružným pérem, spirálně svinutým. Pomocí kolečka udržuje se kyvadlo *v pohybu stálém*, ježto zuby kolečka, na kotvu narážejíce, vždy právě tolik hybné síly kyvadlu sdělují, kolik jí odporem vzduchu a třením pozbývá; kotva udržuje pak celý stroj hodinový *v pohybu rovnoměrném*, ježto koná kyvadlo kyvy *stejnodobě* a tudíž kolečko, do jehož zubův kotva zasáhá, *vždy ve stejné době o jeden zub dále postupuje.*

V hodinkách kapesních jest na místě kyvadla tak zvaný *nepokoj*, t. j. pružný drátek spirální, spojený s kolečkem (obr. 233), jež kolem osy své právě tak se otáčí jako kyvadlo.

Obr. 232.



Obr. 233.



Obr. 234.



Teplem *prodlužuje* se tyč kyvadlová a kyvadlo kývá se *volněji*, *ochlazením* skrácuje se tyč kyvadlová a kyvadlo kývá se *rychleji*. V teple zpzdíjí se tudíž hodiny, v zimě běh svůj zrychlují. Změnilo-li kyvadlo účinkem tepla svou délku, lze pomocí šroubku, pod čočkou kyvadla se nalezajícího, čočku na tyči výše zdvihnouti neb níže spustiti a tím převedenou délku kyvadla opět náležitě upravit. Není-li čočka na tyči posouvná, skrácuje aneb prodlužuje se dle potřeby nit, kterou jest kyvadlo na ose zavěšeno.

Kyvadla vyrovnávací bývají upravena tak, že střed kyvu od osy vždy stejně vzdálen zůstává a tudíž převedená délka kyvadla účinkem tepla se nemění, pročež kyvadlo za každé teploty stejně rychle se kývá. *Kyvadlo roštové* (obr. 234.) skládá se z tyčí železných *re*, *xs* a *r,e*, a tyčí mosazných *wz* a *w,z*; na příčné tyči *rr*, jest připevněna proužka *tw*, kterou jest kyvadlo zavěšeno, tyč *xs* s čočkou upevněna na příčce *w,w*. Teplem prodlužují se železné tyče *dolů* a mosazné *nahoru*. Střed kyvu zdvihá se pak prodloužením tyčí mosazných právě tak vysoko, jak hluboko klesá prodloužením tyčí železných. — Tyče ze suchého dříví jedlového neb smrkového, v oleji vyvařené a pak pokostem potřené, mění účinkem tepla délku jen velmi nepatrně a hodí se tudíž nejlépe za tyče kyvadlové.

2. V hudbě slouží kyvadlo co *Mälzläu metronom* k určování tempa (doby taktu) skladeb hudebních.

Na kyvadle, jež zpružením péra se pohybuje, jest pod závěsem těžká olovená kulička a nad závěsem posouvá se na tyči kyvadlové závažíčko až do jisté výšky, stupnicí naznačené.

3. Kyvadlo v klidu se nalozající naznačuje směr síly těžné.

Kyvadel k tomu účeli sloužících užívá se hlavně při stavbách ve způsobu *olovnice* a *krokvíce*, o nichž bylo pojednáno na str. 24.

4. Poněvadž *totéž* kyvadlo v *témž* místě za *tentýž* čas vždy *totéž* množství kyvů vykonává, patrnó, že jest těžná síla v *témž* místě vždy stejná.

5. Kyvadla z *rozličných* hmot zhotovená, ale *stejně* dlouhá, kývají se v *témž* místě stejně rychle, z čehož patrnó, že tíže ve *všecky* hmoty *stejně* působí.

6. Na vrcholi *vyšokých* hor kývá se kyvadlo volněji než na úpatí *týchž* hor, z čehož patrnó, že *těžné síly ubývá*, když *přibývá vzdálenosti ode středu země*.

7. Pozorováním kyvů téhož kyvadla bylo shledáno, že síly těžné *od točen k rovníku ubývá*, tak že jest těžná síla *na rovníku nejmenší na točnách největší*. Příčiny toho vyloženy jsou v odst. 185.

8. Na blízkú velikých hor vyšínuje se kyvadlo se svisné polohy a nachyluje se k hoře, z čehož patrnó, že hmoty vespolek se *přitahují* (srovnej odst. 22.).

9. Kyvadlem dokázal *Foucault* r. 1851, že země okolo své osy se *otáčí*.

Kyvadlo co možná nejdleší kývá se ustavičně v *tétéž* rovině, v níž kývati se počalo. Dělá-li dolejším koncem svým rýhy v písku pod ním nasypaném, odchylují se rýhy tyto velmi brzy, z této původní roviny, což důkazem, že země (i s pískem) v klidu *nezůstává*, nýbrž okolo své osy se *otáčí*.

183. Pohyb těles vržených. Bylo-li tělo účinkem okamžité síly v pohyb postupný uvedeno, říkáme o těle takovém, že bylo *vrženo*. Dle směru okamžité síly rozeznáváme pak vrh *svisný* dolů a nahoru, vrh *vodorovný* a vrh *šikmý*.

V tělo vržené působí zároveň síla těžná a vržené tělo pohybuje se tudíž výslednicí síly okamžité a síly těžné. — Nauka o pohybu těles vržených jednající jmenuje se *ballistika*.

a) Vrheme-li tělo *svisně dolů*, působí vrh i tíže týmž směrem, pročež rovná se účinek výslednice obou sil součtu účinkův jejich. Po uplynutí času t má tělo rychlost c , kterou mu udělila síla okamžitá, a k tomu ještě rychlost, které nabylo účinkem síly těžné a kteráž jest $g \times t$, značí-li g zrychlení síly těžné. Má tudíž tělo na konci doby t rychlost $v = c + g \times t$. Koncem doby t vykonalo tělo účinkem vrhu dráhu $c \times t$ a účinkem tíže dráhu $\frac{1}{2} g \times t^2$, celkem vykonalo tedy tělo v době t dráhu $s = c \times t + \frac{1}{2} g \times t^2$.

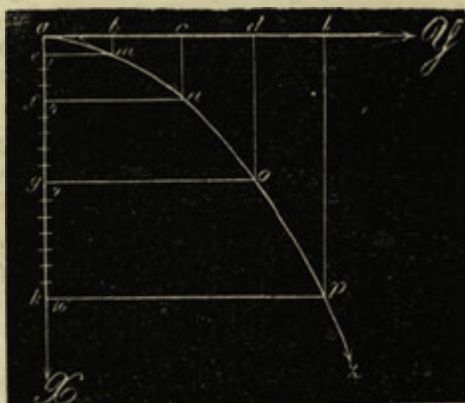
Bylo-li ku př. tělo vrženo svisně dolů rychlostí $c = 30'$, má na konci 3. vteřiny rychlost $v = 30' + 31' \times 3 = 30' + 93' = 123'$ a vykonalo za 3 vteřiny dráhu $s = 30' \times 3 + 15.5' \times 9 = 90' + 139.5' = 229.5'$.

b) Vrhne-li tělo *svisně vzhůru*, působí vrh protivným směrem onomu, jímž působí tíže, pročež rovná se účinek obou sil zároveň působících rozdílu účinkův jejich. Po uplynutí času t jest rychlost c , kterou udělila tělu rychlost okamžitá, zmenšena o rychlost $g \times t$, které nabylo účinkem síly těžné, ve směru protivném působící. Má tudíž tělo na konci doby t rychlost $v = c - g \times t$. Koncem doby t bylo by vykonalo tělo účinkem vrhu dráhu $c \times t$, dráha tato jest však menší o $\frac{1}{2} g \times t^2$, t. j. o dráhu, kterou bylo by vykonalo tělo v též době ve směru protivném účinkem tíže. Vykona tudíž tělo v době t skutečně dráhu $s = c \times t - \frac{1}{2} g \times t^2$.

Kulka, vystřelená svisně vzhůru rychlostí $c = 400'$, má na konci 4. vteřiny rychlost $v = 400' - 31' \times 4 = 400' - 124' = 276'$ a vystoupila do výšky $s = 400' \times 4 - 15 \cdot 5' \times 16 = 1600' - 248' = 1352'$.

Tělo přestane se pohybovat svisně vzhůru v tom okamžiku, kde konečná rychlost jeho v bude nulou. Je-li pak $v = 0$, jest též $c - g \times t = 0$, což možno jen tehdy, když $c = g \times t$. Z toho plyne, že $t = \frac{c}{g}$. Poněvadž tělo jen tuto dobu $t = \frac{c}{g}$ stoupá, lze vypočísti výšku, do které vystoupí, vložíme-li do rovnice, která značí dráhu, na místě t hodnotu jeho $\frac{c}{g}$. Jestli pak výška, již tělo dosáhne, $s = c \times \frac{c}{g} + \frac{1}{2} g \times \frac{c^2}{g^2} = \frac{c^2}{g} + \frac{1}{2} \frac{c^2}{g} = \frac{3}{2} \frac{c^2}{g}$. Koule vystřelená z děla svisně vzhůru rychlostí 600' dosáhne výšky $\frac{3}{2} \cdot \frac{360000}{31} = 360000 : 62 = 5806'$.

Obr. 235.



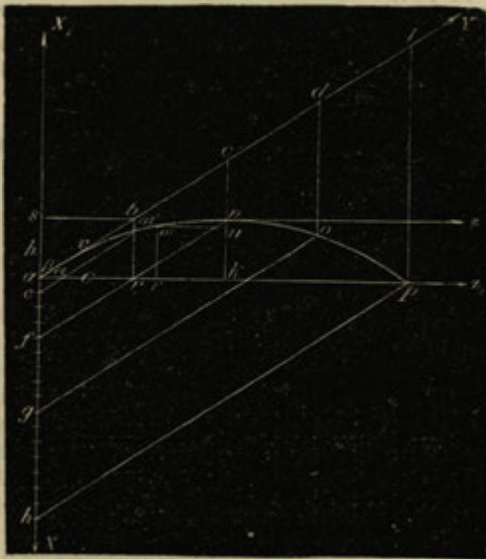
c) Vrhne-li tělo směrem vodorovným aY (obr. 235.), pohybovalo by se tímto směrem rovnoměrně a vykonalo by v 1., 2., 3. a 4. vteřině dráhy stejné $ab = bc = cd = dl$. Směrem aX svisně

dolů působí však v toto tělo tíže a vykonalo-li by tělo v 1. vteřině účinkem jejím dráhu ae , tož byla by dráha ve 2. vteřině ef , ve 3. vteřině fg a ve 4. vteřině gh . Ježto pak přibývá drah těchto v jednotlivých za sebou jdoucích vteřinách jako čísel lichých, musí $ef=3ae$, $fg=5ae$, $gh=7ae$. Sestrojíme příslušné rovnoběžníky $aemb$, $afnc$, $agod$ a $ahpl$ shledáváme, že musí býti tělo na konci 1., 2., 3. a 4. vteřiny v bodech m , n , o a p . Spojíme pak body tyto s bodem a nabudeme křivky $amnop$, kterou tělo vodorovně vržené opisuje. Křivka tato jest *parabola*, jejíž vrchol jest v a .

Tak pohybuje se kámen, vodorovně vržený, jakož i koule směrem vodorovným vystřelená. — Voda z vodorovných trubíc a žlabů vytékající jest též příkladem takového pohybu.

d) Vrhne-li tělo směrem šikmým aY (obr. 236.), kterýžto směr se směrem vodorovným az , svírá úhel $Yaz_1 = \alpha$, tož pohybovalo

Obr. 236.



by se tělo směrem aY rovnoměrně, konajíc v 1., 2., 3. a 4. vteřině stejné dráhy $ab=bc=cd=dl$. Směrem aX svisně dolů působí však v tělo tíže a účinkem jejím konalo by tělo v 1. vteřině dráhu ae , ve 2. vteřině dráhu $3ae=ef$, ve 3. vteřině dráhu $5ae=fg$, a ve 4. vteřině dráhu $7ae=gh$. Sestrojíme rovnoběžníky $aem'b$, $afnc$, $agod$ a $ahpl$ shledáváme, že musí býti tělo na konci 1., 2., 3. a 4. vteřiny v bodech m' , n , o , p . Spojíme pak body tyto s bo-

dem a nabudeme křivky $am'nop$, kterou tělo šikmo vržené opisuje. Křivka tato jest parabola, ze dvou obloukův $am'n$ a nop složená, mající vrchol v n , t. j. v nejvyšším bodu dráhy.

Rychlost okamžité síly $v = ab$ lze rozložití ve dvě složky, z nichž jedna $h = as$ svisně vzhůru směrem ax_1 , a druhá $c = ar_1$ vodorovně působí. Složka h , působící svisně vzhůru, bude seslabována účinkem síly téžné, tak že konečně v bodu n , kdež tělo nejvyššího místa své dráhy dostihlo, stane se nullou. Od toho okamžiku, kde složka h přestala působiti, působí pak pouze složka c vodorovným směrem nz . Účinkem této síly a tíže, zároveň v tělo působící, opisuje tělo, jak při vrhu vodorovném bylo vyloženo, parabolu nop . Ješto pak při pohybu v oblouku nop rychlosti ve směru svisně dolů toutéž měrou přibývá, kterou rychlosti při pohybu v oblouku $am'n$ ve směru svisně vzhůru ubývalo, jsou oblouky nop a $am'n$ spolu shodné i jest tudíž oblouk $am'n$ též parabola. —

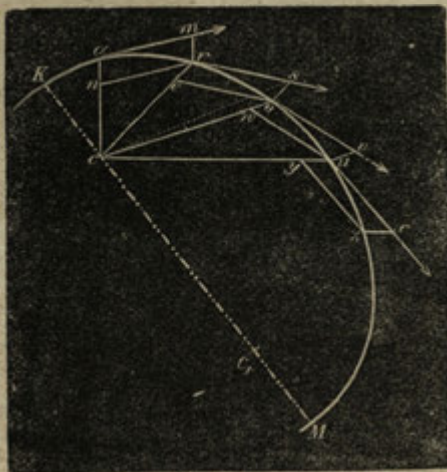
Počtem lze dokázati, že 1. *výška vrhu*, t. j. přímka kn , jest tím větší, čím více blíží se úhel α 90° . Tělo vržené v úhlu 90° , t. j. svisně vzhůru, dostihne výšky největší. 2. *Dálka vrhu*, č. přímka ap jest tím větší, čím více blíží se úhel α 45° . Nejdále doletí tělo vržené v úhlu 45° . Z toho spolu patrno, že vrhneme-li tělo ve dvou rozličných úhlech, jež doplňují se na 90° (ku př. 75° a 15°), jest výška vrhu při úhlu větším ovšem větší, ale dálka vrhu jest v obou případech stejná, neboť jest jeden úhel právě o tolik větší, než 45° , o kolik jest druhý menší než 45° .

Zákony o pohybu těles vržených odvodili jsme, nepřibližující ku překázkám pohybu, jmenovitě odporu vzduchu. Při dělostřelbě, kdež hlavně zákony o pohybu kulí vodorovně a šikmo vržených (vystřelených) doznávají praktického užívání, nutno též k odporu vzduchu přihlížeti.

184. Pohyb středoběžný. Působí-li v bod a (obr. 237.) směrem am síla okamžitá a přitahuje-li zároveň též bod a ustavičně síla trvalá do bodu c , můžeme tuto sílu trvalou mysliti si složenou z nescíslného množství sil okamžitých, jež působí jedna po druhé vždy v době nesmírně kratičké. Účinkem síly okamžité octnul by se bod a na konci první kratičké doby v bodu m a působením síly trvalé vykonal by v též době dráhu am ; sestrojením rovnoběžníku $amnr$ shledáváme, že jest bod a na konci první kratičké doby v r . V následující kratičké době pohyboval by se bod a setrvačností dále a vykonal by dráhu $rs = ar$, účinkem síly trvalé, kteráž přitahuje a do c směrem rc , vykonal by a v tétož době dráhu re ; sestrojivše rovnoběžník $reso$ vidíme, že jest a na konci druhé kratičké doby v o . V třetí kratičké době konalo by a setrvačností dráhu $ov = ro$ a účinkem síly trvalé dráhu ow , i octne se na konci třetí kratičké doby v u ; na konci čtvrté kratičké doby jest a v z atd. Dráhu, kterou tělo koná, sestrojíme, spojivše přímkami body a, r, o, u, z , v nichž tělo na konci nesmírně kratičkých za sebou jdoucích dob se nalézá. Tak nabudeme lomené čáry *arouz*.

Poněvadž působí síla trvalá bez přestávky, jest dráha, kterou *a* koná, křivka *arouz* a v této křivce obíhá tělo okolo bodu *c* jako okolo středu, pročež pohyb takový *pohybem středoběžným* se nazývá. Síla, která tělo stále do téhož bodu (středu) *c* přitahuje, slove *silou dostředivou* (centripetální) č. *dostředivostí*, ona pak síla,

Obr. 237.



kteřou snaží se tělo účinkem své setrvačnosti v každém bodu dráhy směrem tečné toho bodu se pohybovati a od bodu *c* se vzdalovati, jmenuje se *síla tečnová* (tangentialní). Bod *c* nazývá se *střed* a každá přímka, vedená ze středu ku kterémukoliv bodu dráhy, jmenuje se *provoďič*.

Země naše jakož i všechny oběžnice pohybují se kolem slunce a oběžnice vedlejší (měsíce) pohybují se kolem oběžnic hlavních způsobem právě vytknutým, konají tudíž pohyb středoběžný. Zákony pohybu toho vyslovil roku 1609 *Kepler*, *Newton* pak je roku 1687 odůvodnil a dokázal, že síla dostředivá, kteráž při oběhu planet působí, jest *všecobecná tíže* č. *gravitace* (odst. 22).

Zákony tyto jsou následující:

1. Všecky oběžnice pohybují se v elipsách kolem slunce, jež v jednom společném ohnisku všech těchto elips se nalézá.

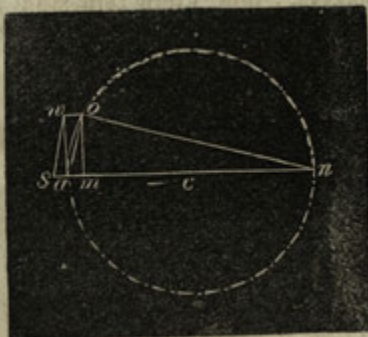
2. Výseče též elipsy, opsané provoďičem v dobách stejných, jsou sobě rovny, z čehož lze dokázati, že rychlosti v rozličných místech dráhy jsou v převráceném poměru s kolmicemi, vedenými ze středu (ohniska) k tečnám těch kterých bodův dráhy.

3. Čtverce oběžních dob dvou planet mají se k sobě jako krychle (třetí mocnosti) středních vzdáleností týchž planet od slunce.

185. Odstředivost. Je-li tělo přinuceno, aby pohybovalo se v křivce, jeví účinkem setrvačnosti své v každém okamžiku snahu, pohybovati se v přímce, a pouze překážka nějaká aneb síla, která ustavičně pohyb těla v přímce zamezuje, přemáhá účinek setrvač-

nosti a udržuje tělo v pohybu křivočárném. Pohybuje-li se ku př. tělo a (obr. 238.) v kruhu a proběhlo-li v jisté velmi kratičké době oblouk ao , tož by bylo vykonalo, pohybujíc se účinkem setrvačnosti přímočárně směrem tečné, k bodu a ve směru pohybu sestrojené, v též kratičké době dráhu aw . Tuto dráhu aw lze rozložit ve složky as a ao , jichž nabudeme sestrojením rovnoběžníku $aswo$. Konajíc dráhu as vzdalovalo by se tělo a ode středu c onoho kruhu, ve kterém se otáčí, pročež zove se složka, působící směrem as , silou *odstředivou* čili *odstředivostí*.

Obr. 238.



Jak patrnó, jest odstředivost účinek setrvačnosti. Poněvadž a dráhu as nekoná, nýbrž v oblouku ao , který s tetivou ao téměř v jedinou přímku se sbíhá, se pohybuje, nutno souditi, že působí pouze složka setrvačnosti ve směru ao , druhá pak složka, jejíž poměrná velikost dána přímkou as , totiž *odstředivost*, že ruší se silou stejně velikou, v též přímce protivným směrem působící. Dráhu ao koná tělo, jak při pohybu středoběžném bylo vyloženo, účinkem setrvačnosti aw a síly dostředivé, zároveň působící, jejíž poměrná velikost jest v rovnoběžníku $awom$ dána přímkou am . V rovnoběžníku $aswo$ jest $ow = as$ a v rovnoběžníku $wamo$ jest $ow = am$, z čehož plyne $as = am$, t. j. odstředivost rovná se dostředivosti a obě síly působí v též přímce směrem protivným, pročež při pohybu těles v křivce odstředivost ruší se dostředivostí. — Upevníme-li tělo na niti a otáčíme-li je v kruhu, jeví se odstředivost silným napnutím nitě; pevnost nitě, pokud se nepřetrhne, působí co síla dostředivá. —

Zákony, jimiž spravuje se odstředivost v působení svém, jsou následující:

1. Odstředivosti přibývá tou měrou, kterou přibývá hmoty těla v kruhu se otáčejícího, pročež hmota 2-, 3-, 4kráté větší má odstředivost 2-, 3-, 4kráté větší.

2. Odstředivost jest tím větší, čím větší jest poloměr kruhu, ve kterém tělo se otáčí, tak že, je-li poloměr 2-, 3-, 4kráté větší, jest i odstředivost 2-, 3-, 4kráté větší.

3. Odstředivost jest čtverečně větší, je-li větší rychlost, kterou tělo v kruhu se pohybuje, tak že, je-li rychlost 2-, 3-, 4kráté větší, jest odstředivost $2 \times 2 = 4$ kráté, $3 \times 3 = 9$ kráté, $4 \times 4 = 16$ kráté větší.

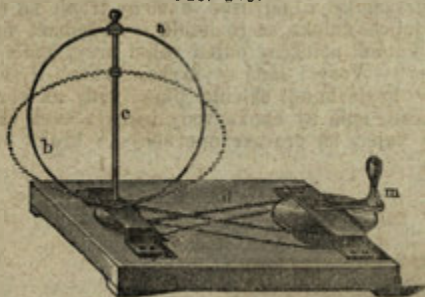
Zákony právě vytknuté lze pozorovati při zkouškách, jež konají se pomocí stroje odstředivého.

Odstředivý stroj (obr. 239.) skládá se z většího kotouče neb kola m , jež klikou se otáčí. Pohyb kotouče m převádí se šňůrou d na kotouč menší, který tolikráté rychleji se otáčí, kolikráté poloměr jeho menší jest než poloměr kotouče m . Je-li ku př. poloměr kotouče m 12" a malého kotouče 2", otočí

se malý kotouč 6krát, když veliký kotouč jednou se otočil. Na osu malého kotouče nasazují a upevňují se předměty, na nichž chceme účinek odstředivosti pozcrovati.

Upevníme-li na stroj odstředivý vodorovný drát, na němž volně posouvá se provrtaná kulička kovová, posouváme-li kuličku poněkud od osy a otáčíme-li stroj odstředivý, tož vzdaluje se kulička co nejdále od osy. Je-li kulička spojena šňůrkou se závažím, jež musí zdvihati, když od osy se vzdaluje, zdvihá závaží a překonává odstředivostí svou tíži, kteráž tu co dostředivost působí, zabránujíc kuličce vzdalovati se od osy. Ve vzdálenosti dvakrát tak veliké od osy zdvihá kulička závaží dvakrát tak těžké a otáčí-li se dvakrát tak rychle, zdvihá závaží 4krát tak těžké.

Obr. 239.



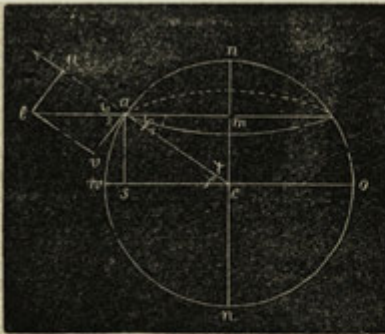
Jsou-li na drátu vodorovném dvě kuličky snadně posuvné, šňárou ve spolek spojené, stejně těžké a stejně od osy vzdálené, zůstávají při pohybu vždy v původní poloze, poněvadž odstředivost jedné ruší se odstředivostí druhé. Je-li při stejné vzdálenosti jedna kulička těžší aneb při stejné váze jedna ode středu vzdálenější, posouvne se těžší aneb vzdálenější až na konec drátu a stáhne i druhou kuličku k sobě. Byla-li jedna z kuliček těžší, ale ose právě tolikrát blíže, kolikrát jest těžší než druhá, zůstávají kuličky při otáčení vždy v původní poloze, majíce odstředivost stejnou. (Vyplývá ze zákona 1. a 2.) — Dáme-li na stroj odstředivý válcovité nádoby k ose sklonené, na obou koncích uzavřené, něco kapaliny obsahující, zaujímá kapalina v klidu polohu nejnižší a jest na dolejších konci nádob při ose. Otáčíme-li stroj, stoupá kapalina účinkem odstředivosti na druhý konec nádob a pohybuje se tudíž po nakloněné rovině vzhůru. Otáčíme-li kolem osy její uzavřenou baň skleněnou, v níž jsou kapaliny rozličně hutné, jako: rtuť, zbarvená voda a olej, osadí se kapaliny na stěnách bány v soustředných pásmech a sice objeví se rtuť uprostřed, kde baň nejširší, po obou stranách rtuti užíme vodu a za vodou olej. Jestli rtuť nejhutnější z těchto kapalin, pročť odstředivost a tudíž i vzdálenost její od osy největší. (Tak lze znázorniti tři pásma zemská) — Upevníme-li na ose odstředivého stroje válcovitou nádobu nahore otevřenou, asi do polou vodou naplněnou, a otáčíme-li ji, tož voda uprostřed se vyhlubí a ku pokrajům stoupá, při rychlejším otáčení pak přes pokraje stříká. — Mosačný kruh *ab* (obr. 239.) kolem osy *c* odstředivým strojem rychle otáčený, splošťuje se shora i zdola a nabývá tvaru elipsovitého, poněvadž částice od osy vzdálenější mají větší odstředivost. Otáčíme-li okolo osy měkkou kouli hliněnou, splošťuje se taktéž na točnách a nabývá tvaru elipsoidu.

Z odstředivosti lze vyložiti mnohé výjevy.

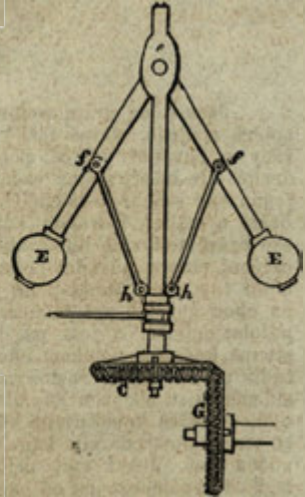
Země naše sploštěla na obou točnách účinkem odstředivosti, rychlým otáčením země okolo osy vznikající. Ku dokladu toho slouží zkouška předcházející. Blíže točen jest vzdálenost povrchu zemského ode středu zemského menší a proto síla těžná a tudíž i zrychlení větší než blíže rovňku. Účinkem

odstředivosti ubývá velikosti tíže od točen k rovníku ještě z příčiny následující: Značí-li mn (obr. 240) osu zemskou, tož otáčí se hmotná částice w na rovníku zemském v kruhu největším, jehož poloměr jest cw . Jiná hmotná částice a otáčí se v kruhu, jehož poloměr jest ma . Značí-li ac odstředivost částice a a rozložíme-li ac ve složky av a au , tož patrné, že složkou au , působící směrem prodlouženého poloměru zemského ca , ruší se část síly těžné, působící do středu zemského směrem ac . Čím blíže rovníku částice země se nalézá, tím větší jest odstředivost její, tím větší i složka této odstředivosti, kterou tíže se zmenšuje, a tím menší jest tíže. Na rovníku, kdež jest odstředivost největší a působí celou velikostí svou protivným směrem tíži, jest tudíž tíže nejmenší. — Kruh oběžnice Saturnu povstal účinkem odstředivosti. — Kladivo a sekera smekají se a odletují s násady (topůrka), otáčíme-li je, držíce rukověť na konci, rychle v kruhu. — Bláto stříká s kol vozních a voda s brusů. — Kola mlýnská, setrvačnický a mlýnské kameny trhají se úsilně účinkem odstředivosti a kusy jejich daleko se rozletují. — Předmět na mlýnský kámen aneb na hrncířský kotouč položený odletí velmi brzy, otáčí-li se kámen aneb kotouč dosti rychle. — Vozy i saně se zvrhají, zatočí-li se prudce v oblouku silně zakřiveném. — Postavíme-li sklenici plnou vody na obruč, můžeme obruč rychle v kruhu otáčeti, aniž by kapka vody vytekla aneb sklenice spadla. Podobně lze koš plný vajec, na provaze upevněný, v kruhu otáčeti, aniž by jedině vejce vypadlo.

Obr. 240.



Obr. 241.



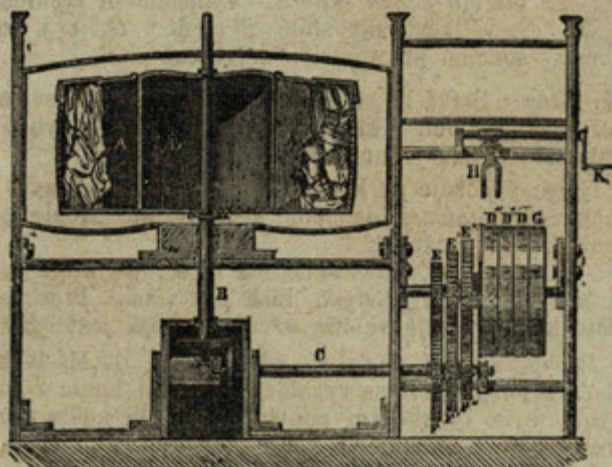
V odstředivosti zakládají se mnohé výkony i nutno v nejedné příčině k ní přihlížeti.

Jezdec i kůň, v kruhu rychle jezdící, kloní se ku středu kruhu. — Podobně kloníme se klouzající se na ledě, když v oblouku se zahybáme, do vnitř oblouku. — Kdekoliv železnice v oblouku se zatačí, jest vnější kolej výše položena. — V mlýně padá obilí do otvoru běhounu, odtud pak pučí je odstředivost mezi oběma kameny až ku pokraji jejich. — Prak, druhdy co zbraň užívaný, zakládá se v odstředivosti. — Hlína na kotouči hrncířském, rychle se otáčejícím, tlačí se odstředivostí ode středu ku pokrajům a tím usnadňuje se velice práce hrncíře, jemuž třeba toliko na příslušném místě ruce přiložiti, aby nádoba se vytvořila.

V odstředivosti zakládají se mnohé důležité stroje.

Rovnatel odstředivý skládá se ze dvou těžkých kul *EE* (obr. 241), upevněných dvěma rameny *v e* spojenými a kolem svislé osy otáčivými. Tyče *fh* spojeny jsou v *f* s těmito rameny a v *h* s cívkou *hh*, kteráž na svislé ose volně nahoru i dolů může se posouvat. Ozubenými koly *CG* přivádějí se, jak z obrazce patrné, koule ve otáčení ve kruhu, a vzdalující se od osy, posouvají cívku *hh* vzhůru. Rovnatel odstředivým řídí se přítok páry z kotle do párních strojů. Přitéká-li páry příliš mnoho, pohybuje se parní stroj rychleji, i pohybují se rychleji též obě ozubená kola *CG*, se strojem spojená. Koule *EE* nabývají odstředivosti větší, vzdalují se od osy více, posouvají cívku *hh* výše a pomocí pákového přístroje s cívkou spojeného (v levo cívky naznačeného) přivře se otvor, kterým pára z kotle do stroje proudí. Zmenší-li se otvor, přitéká do stroje páry méně a pohyb stroje se umírní. Jde-li stroj příliš zvolna, děje se vše naopak; cívka *hh* klesá níže a pákovým přístrojem rozšíří se otvor, aby více páry ke stroji přitékalo a pohyb jeho se zrychlil. — *Heslov stroj ku zdvihání vody* záleží ve dvou neb více trubcích na svislé ose upevněných, dole sblhových, čím výše tím rozbíhavějších. Hořejší otvor trubice jest dole zahnutý a ústí do okrouhlého žlabu. Jsou-li trubice dolejší otvorem ponořeny ve vodě a otáčejí-li se rychle kolem svislé osy, stoupá v nich voda odstředivostí vzhůru a vytéká z hořejších otvorů do okrouhlého žlabu. — *Odstředivý měch* jest vodorovný válec železný, mající uprostřed obou postranních kruhovitých stěn otvory, kterými vzduch do něho vniká. V ose válce jest hřídel vodorovný, na němž v kruhu nasazeny jsou lopatky poněkud zakřivené.

Obr. 242.



Otáčí-li se hřídel velmi rychle (800—2000krát za minutu), přivádí se vzduch do válce vstupujícími lopatkami v pohyb ve kruhu, puď se odstředivostí úsilně k obvodu válce, odkudž pak otvorem do výhně úsilně a stále proudí. — *Odstředivé stroje ku provětrávání bání* mají podobnou úpravu, vyjímaje toliko, že válec a tudíž i hřídel má polohu svislou a že do otvoru ve středu dolejší kruhové stěny válce proudí pokažený vzduch z bání. — *Odstředivý sušič* jest dutý válec *AA* (obr. 242.), nahore i dole uzavřený, na oblině po stranách četnými otvory opatřený, kolem stojatého hřídele *B* otáčivý. Hřídel *B* přivádí se pomocí ozubených kol v otáčení hřídelem ležatým *C*, na němž nasazena

jsou ozubená kola F , F' a F'' , jež otáčejí se ozubenými koly E , E' a E'' , z nichž každé nasazeno na společném hřídeli s jedním kolem D , D' a D'' . Řemenem, který pomocí vidlice H na kterékoliv z kol D , D' aneb D'' se posouvá, spojuje se stroj s kolem na hřídeli, jež se otáčí. Poněvadž mají kola E , E' a E'' rozličný počet zubův, lze sušič přivésti v otáčení rychlejší neb volnější. Do válce AA rozloží se rovnoměrně kolem do kola mokré tkaniny, odstředivostí vypudí se pak z nich voda skrze otvory obliny a za několik minut jsou tkaniny suché. Chceme-li stroj zastaviti, převede se vidlicí H pomocí kliky K řemen na kolo G , jež volně na hřídeli se otáčí a se sušičem spojeno není. — Zcela podobnou úpravu má *odstředivé cedidlo*, jehož užívá se v cukrárnách k oddělování syruhu od cukru. Syrup otvory obliny vypuzený sbírá se v nádobě, která válec AA obklopuje.

186. Dynamické měření sil. Síly poznáváme pouze z účinkův jejich.

a) Působí-li *síla okamžitá* v nějaké tělo, pohybuje se tělo jistou rychlostí, i soudíme, že byla síla tím větší, čím větší jest rychlost. Pokládáme-li za jednotku sil onu sílu, která 1 libru hmoty pohybuje rychlostí 1 stopy, jest síla, která pohybuje 1 libru rychlostí C stop, C krát tak veliká, i rovná se tudíž síla ta C . Pohybuje-li se M liber rychlostí C , musí síla P , přemáhající setrvačnost M krát tak velikou, býti M krát tak veliká jako C , protože $P = M \times C$. Součin hmotnosti a rychlosti značí *velikost pohybu* č. *hybnost hmoty*.

b) Totéž platí o *silách stálých*. Vyměníme-li rychlost C za zrychlení G , jest velikost síly stálé $P = M \times G$, t. j. rovná se hybnost hmoty součinu hmotnosti a zrychlení.

187. Ráz. Setká-li se tělo jedno v pohybu svém náhle s tělem druhým, jež buď v klidu se nalézá, buď se pohybuje, slove vzájemné působení těla jednoho ve druhé *ráz*.

Ve fysice pozoruje se hlavně ráz kulí, jež, setkavše se vespolek, pouze v jediném bodu spolu se dotýkají. Koule jsou pak buď nepružné, buď pružné.

Jsou-li směry pohybu kolmo na ploše, ve které koule se setkávají, nazývá se ráz *přímým*, jinak jest *šikmým*. Protíná-li směr rázu téžistiště kulí, jmenuje se ráz *středním*, jinak jest *výstřední*.

a) *Přímý, střední ráz kulí nepružných*. 1. Má-li koule A hmotnost M a pohybuje-li se rychlostí C , má-li koule B hmotnost m a pohybuje-li se rychlostí c , pohybují-li se obě koule týmž směrem a je-li $C > c$, tož setká se koule A s kulí B i vznikne ráz. Po sražení postupují obě koule toutéž rychlostí x . Koule A postrkuje totiž kouli B tak dlouho, až jest rychlost obou kulí stejná; nemůžeť míti A po rázu rychlost *větší*, neboť by ráz ještě déle trval a taktéž nemůžeť míti rychlost *menší*, neboť sděluje koule A kouli B rychlosti jen potud, pokud B v běhu jí překáží.

Rychlost x , kterou se pohybují obě koule po rázu, lze následovně stanoviti: Poněvadž pouhým rázem síla na zmar nepřichází, musí součet hybností obou kulí před rázem, totiž $M \cdot C + m \cdot c$ rovnati se součtu hybností obou kulí po rázu, totiž $M \cdot x + m \cdot x$ čili $(M + m) \cdot x$. Je-li pak $M \cdot C + m \cdot c = (M + m) \cdot x$,

jest $x = \frac{M \cdot C + m \cdot c}{M + m}$ Váží-li ku *A* 20 *žl.* a pohybuje-li se rychlostí 8', váží-li

B 6 *žl.* a pohybuje-li se rychlostí 4', jest $x = \frac{20 \cdot 8 + 6 \cdot 4}{20 + 6} = 184 : 26 = 7 \frac{1}{13}'$.

2. Narazí-li pohybující se koule *A* na kouli *B*, která jest v klidu, sděluje *A* kouli *B* rychlosti tak dlouho, až se pohybují obě stejnou rychlostí *x* a směrem tím, kterým se pohybovala koule *A*.

Poněvadž jest opět součet hybností obou kulí před rázem rovný součtu hybností obou kulí po rázu, totiž $M \cdot C = M \cdot x + m \cdot x$ čili $M \cdot C = (M + m) \cdot x$,

jest $x = \frac{M \cdot C}{M + m}$

Váží-li *A* 40 *žl.*, a pohybuje-li se rychlostí 6' a váží-li koule *B* v klidu se nalézající 8 *žl.*, jest $x = \frac{40 \cdot 6}{40 + 8} = 240 : 48 = 5'$.

3. Pohybují-li se koule *A* a *B* směrem protivným, zruší se část větší hybnosti hybností menší, protivným směrem působící, a zbývající hybnost přechází pak na obě koule, jež pohybují se pak toutéž rychlostí *x* ve směru, kterým pohybovala se koule, jejíž hybnost byla větší. Jsou-li hybnosti obou kulí před rázem sobě rovny, zruší se vespolek a obě koule zůstanou po rázu v klidu.

Je-li hybnost $M \cdot C > m \cdot c$, jest zbývající rozdíl hybností $M \cdot C - m \cdot c = (M + m) x$, pročež $x = \frac{M \cdot C - m \cdot c}{M + m}$

Je-li $M = 30$ *žl.*, $m = 10$ *žl.*, $C = 8'$, $c = 6'$, jest $x = \frac{30 \cdot 8 - 10 \cdot 6}{30 + 10} = 180 : 40 = 4 \frac{1}{2}'$.

Jsou-li hmotnosti obou kulí stejny, totiž $M = m$, pohybují se po rázu v případě prvním konle rychlostí $x = \frac{C + c}{2}$, to jest součet rychlostí obou rozdělí se mezi obě stejnou měrou; — v případě druhém jest po rázu rychlost $x = \frac{C}{2}$, t. j. koule se pohybující podrží polovici své rychlosti, druhou polovici pak sdělí té, která byla v klidu; — v případě třetím jest rychlost obou kulí $x = \frac{C - c}{2}$, t. j. po rázu zbývající rozdíl obou rychlostí rozdělí se mezi obě koule stejnou měrou.

V rázu těles nepružných zakládá se zarážení kolů (tak zvaných jehel) do země *beranem*, t. j. těžkým, železem okovaným špalkem, který do výšky se zdvihá (viz str. 187). a spadnuv na kůl naráží. — *Kyvadlo ballistické*, jímž měří se rychlost koule, z děla vystřelené, jest velmi těžký, dřevěný, železem pobitý špalek, na tyčích zavěšený, do něhož koule naráží. Z velikosti úhlu, kterým kyvadlo ze svisné polohy se vyšinulo, vypočítává se rychlost koule.

2. *Přímý, střední ráz kulí pružných.* Srazí-li se dvě pružné koule vespolek, stlačí a splotí se obě rázem v místě, kde vespo-

lek se dotýkají, pružností nabývají pak opět původního objemu a tvaru a roztahující se toutéž silou, kterou se stlačily, mění tudíž rychlost svou netoliko rázem, nýbrž i pružností.

Srazí-li se pružné koule *stejně veliké*, vyměňují rázem a účinkem pružnosti své rychlosti.

1. Narazí-li koule *A*, pohybující se rychlostí *C*, na jinou stejně velikou, v klidu se nalézající kouli *B*, zůstane *A* v klidu a *B* pohybuje se rychlostí *C* tím směrem, jímž koule *A* se pohybovala.

Kdyby byly koule nepružné, pohybovaly by se po rázu obě rychlostí $\frac{C}{2}$, z čehož patrno, že koule *A* polovici své rychlosti pozbyla a koule *B* rychlostí $\frac{C}{2}$ nabyla. Obě koule sploštily se však rázem a nabývají účinkem pružnosti původního tvaru i objemu. Roztahující se toutéž silou, kterouž byla stlačena, naráží koule *B* na kouli *A* protivným směrem onomu, kterým koule *A* se pohybovala, čímž rychlost $\frac{C}{2}$, kouli *A* zbývající, se ruší a *A* se zastaví. Koule *A*, roztahující se týmž směrem, kterým se pohybovala, parází na kouli *B* a sděluje jí opětne rychlost $\frac{C}{2}$, pročež po rázu *B* rychlostí $\frac{C}{2} + \frac{C}{2} = C$ se pohybuje.

2. Pohybují-li se obě koule týmž směrem, a sice *A* rychlostí *C*, *B* rychlostí *c*, pohybují se i po rázu obě týmž směrem, ale *A* rychlostí *c* a *B* rychlostí *C*.

3. Pohybují-li se koule směrem protivným, a sice *A* rychlostí *C*, *B* rychlostí *c*, vyměňují rázem a účinkem pružnosti netoliko rychlost, nýbrž i směr, tak že po rázu pohybuje se *A* rychlostí *c* a směrem tím, jímž pohybovala se koule *B*, a *B* pohybuje se rychlostí *C* a směrem, jímž pohybovala se koule *A*.

K dokladu zákonův rázu kulí pružných užívá se kulí ze slonoviny zhotovených, vedle sebe tak zavěšených, že v klidu jedna druhé se dotýká a středy jejich v tétéž vodorovné přímce v klidu se nalézají. — Zavěsíme-li tímto způsobem několik pružných, stejně velikých kulí vedle sebe, vyšineme-li pak první v jistém oblouku a necháme-li ji na ostatní dopadnouti, zůstávají po nárazu všechny koule v klidu, vyjímaje poslední, kteráž ze své polohy odrazí se v témž oblouku, kterým byla první z polohy své vyšinuta. Vyšineme-li 2, 3, 4 koule krajní a necháme-li je na ostatní dopadnouti odrazí se 2, 3, 4 koule poslední atd., což z předcházejícího 1. zákona snadno lze vyložit.

Hra na kulečnicku zakládá se v rázu kulí pružných, ze slonoviny zhotovených.

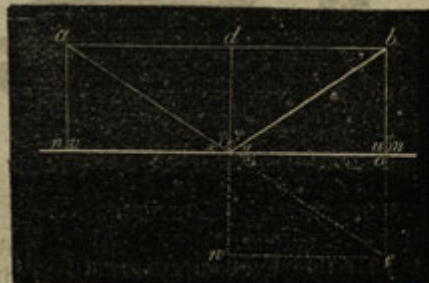
3. *Ráz kulí na nehybnou stěnu.* a) Vrazí-li nepružná koule na nehybnou stěnu *mn* (obr. 243.) kolmým směrem *dc*, pozbývá odporem stěny veškeré své hybnosti, a není-li stěna vodorovná, padá koule po rázu účinkem tíže k zemi. — Vrazí-li nepružná koule šikmo na stěnu *mn* silou, jejíž směr a poměrná velikost dány jsou přímkou *ac*, tož prodloužíme směr *ac*, znázorníme sílu přímkou *ce = ac* a rozložíme *ce* ve složky *cw* a *cm*. Účinek složky *cw*, pů-

sobíci kolmo na stěnu, zruší se odporem nehybné stěny a účinkem druhé složky cm pohybuje se koule po rázu podél stěny ve směru cm .

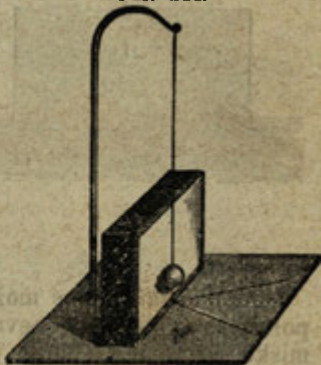
b) Je-li koule dokonale pružná, a narazí-li na nehybnou stěnu mn kolmým směrem dc silou, jejíž poměrná velikost dána přímkou cw , tož stlačí se toutéž silou, kterou na stěnu narazila a nabývající účinkem pružnosti předešlého tvaru i objemu odráží se ode stěny ve směru protivném silou, jejíž směr i poměrná velikost dána přímkou cd . Síla, kterou koule ode stěny se odráží, jest tak veliká jako ona, kterou na stěnu narazila, tak že $cd = cw$. Totéž děje se, když jest koule nepružná a stěna pružná, aneb je-li koule i stěna pružná. — Narazí-li pružná koule na nehybnou stěnu mn směrem šikmým ac , tož prodloužíme směr ac , znázorníme sflu přímkou $ce = ac$ a rozložíme ce ve složky cw a cm . Účinkem složky cw odráží se koule ode stěny silou cd (jak právě bylo vyloženo) a složka cm , kteráž při rázu nepůsobí, zůstane nezměněna. Sestrojíme-li pak ze sil cd a cm rovnoběžník sil cdm , jeví se cb co výslednice, z čehož patrně, že koule vržená na stěnu směrem ac , odráží se ode stěny směrem cb .

Trojúhelníky cem a cbm jsou shodny, neboť jest strana cm oběma společná, $bm = cd = cw = em$ a $\sphericalangle o = \sphericalangle u = 90^\circ$, pročež $\sphericalangle x_1 = y$, ješto však $\sphericalangle x_1 = x$, jest též $\sphericalangle x = \sphericalangle y$ a tudíž i $\sphericalangle \varphi = \sphericalangle \psi$ (neboť jest $\sphericalangle x + \sphericalangle \varphi = \sphericalangle y + \sphericalangle \psi = 90^\circ$).

Obr. 243.



Obr. 244.



Úhel φ , jež svírá směr ac koule dopadající s kolmicí dc , sestrojenou v bodu c , kde koule na plochu mn narazí, nazývá se úhel dopadu; úhel ψ , jež skládá s toutéž kolmicí směr cb koule odražené, nazývá se úhel odrazu, a poněvadž jsou trojúhelníky acd a bcd v též rovině, spravuje se odraz těles pružných při šikmém rázu zákonem:

Tělesa pružná odrážejí se v též rovině, ve které na stěnu dopadají, a úhel dopadu rovná se úhlu odrazu.

Kámen, šikmo na hladinu vody vržený, odráží se od pružné hladiny v téměř úhlu, ve kterém dopadá, ale směrem protivným; taktéž odráží se od hladiny kulka šikmo na ni dopadající, čehož třeba šetřiti při střelení ptactva vodního, aby možné neštěstí se zabránilo. Odrazu kulí pružných ode stěny užívá se též při hře na kulečnicku a v dělostřelectví při ranách odrážecích (ricochetových).

Ku dokladu zákona odrazu ode stěny užívá se přístroje znázorněného obr. 244. Koule jest ze slonoviny a deska bývá mramorová.

Překážky v pohybu.

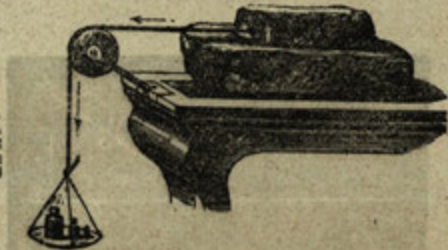
188. Tření. Všecka tělesa jsou průlinčitá, pročež, byť i povrch jejich byl co nejlépe uhlazen, jest na něm přece mnoho prohlubín a vyvýšenin. Leží-li tělo *A* (obr. 245.) na druhém, vnikají tlakem, jež váha těla *A* způsobuje, vyvýšeniny těla jednoho do prohlubín těla druhého. Pohybuje-li se pak tělo *A* po druhém, musí vyvýšeniny se ulámati, zohybatí aneb z prohlubín vytrhati, čímž vzniká překážka v pohybu, která se nazývá *tření* a kterou částí hybné síly překonati nutno.

Pohybují-li se částice povrchu jednoho těla s částicemi povrchu druhého těla *rovnoběžně*, vzniká *tření vlačné*; *valí-li* se aneb *kolotá-li* tělo jedno po druhém, vzniká *tření valné*.

Obr. 245.



Obr. 246.



a) *Tření vlačné* možno zkouškou stanoviti. Tělo *A* (obr. 246.) položí se uhlazeným povrchem na uhlazený povrch těla *B*, a na misku, která jest šňůrou přes kladku vrženou s tělem *A* spojena, přikládá se závaží tak dlouho, až tělo *A* po těle *B* rovnoměrně se pohybuje. Váhou misky a závaží na ní se nalézacího jest pak velikost tření vlačného vytknuta.

Ze zkoušek v té příčině konaných seznány následující zákony tření vlačného:

1. Tření přibývá i ubývá tou měrou, kterou přibývá i ubývá tlaku, působícího svisně na plochy, jež vespolek se trou. Tlak tento spravuje se váhou těla svrchního, jež po druhém spodním se vleče.

2. Velikost tření nespravuje se velikostí ploch se třoucíh, ani rychlostí, kterou jedno tělo po druhém se vleče.

3. Tření jest s počátku pohybu větší, než když tělo v pohybu již se nalézá.

4. Tření jest tím větší, čím *drsnější* jsou plochy vespolek se třoucí; mezi hmotami *nestejnorodými* jest tření *menší* než mezi stejnorodými.

Tření zmenšujeme uhlazením ploch vespolek se třoucíh a natíráním jich přiměřenými mazadly, jimiž prohlubiny se vyplňují, jakož i tím, že bčeme k těm kterým účelům hmoty nestejnorodé, ku př. *železné čepy a mosazné pánvice* atd.

b) *Tření valné* jest menší než tření vlačné, neboť val-li se jedno tělo po druhém vytrhují se vyvýšeniny jednoho z prohlubin druhého i netřeba tudíž vyvýšeniny ulámati aneb zohybatí.

Ze zkoušek v příčině té konaných seznáno, že přibývá tření valného tou měrou, kterou přibývá tlaku a kterou ubývá poloměru těla, jež po druhém se valí.

Obr. 247.



Tření vlačné proměňuje se často ve tření valné, které jest menší; tak ku př. podkládáme pod tělo válce neb kolečka, abychom je mohli valiti. Čep *č* (obr. 247.) *kol a kladek protitorných* pohybuje se mnohdy na obvodu dvou kol neb kladek *kk*, jež okolo čepů 1, 2 se otáčejí, čímž vlačné tření čepu *č* mění se ve valné.

Třením přichází valná část síly hybné na zmar, k čemuž hlavně při užívání strojů k rozličným účelům nutno přiblížeti; jestiž však přece tření ve mnohých případech velmi užitečné a nutně potřebné.

Kdyby nebylo tření, nemohli bychom na nakloněné ploše ani státi ani choditi a každý předmět padal by po nakloněné ploše dolů; hřeby a šrouby vylézaly by a klín a šroub nehodily by se ku spojování, upevňování a stlačování předmětů; bez tření nebylo by lze pohyb kola jednoho na druhé pomocí řemenů převáděti; třením zadržuje se vůz s vrchu jedoucí v pohybu příliš rychlém a zastavuje se vlak na stanici; třením smyčce na strunách vznikají tóny; třením opírají se kola o železné koleje na železnicích a jen tak jest pohyb vozů železničních možný; beze tření nemohli bychom ničeho v ruce udržeti.

Kromě tření překází pohybu *neohebnost* provazů, řemenů a řetězů a *přilnavost*.

189. Odpor prostředí. Každé tělo pohybuje se buď v kapalíně buď ve vzdušíně, obyčejně ve vzduchu, a musí tudíž částice tohoto *neprostupného prostředí* vytlačovati z prostoru, jež samo zaujímá. Poněvadž jest prostředí netoliko neprostupné, nýbrž i setrvačné, staví se pohybujícímu se tělu na *odpor*, jež částí hybné síly překonávati nutno.

1. Odpor prostředí přibývá tou měrou, kterou přibývá hustoty jeho, neboť čím jest prostředí hustější, tím více hmoty musí tělo z prostoru stejného objemu vytlačovati.

Ve vodě nemůžeme se pohybovati tak volně jako ve vzduchu, neboť jest voda mnohem hustší než vzduch a tudíž odpor její mnohem větší.

2. Odpor prostředí jest tím menší, čím menší plochou tělo v pohybu svém na ně naráží.

Ptáci mají hlavu ve špičatý zobák zúženou; ryby mají hlavu zašpičatělou; lodí bývají na koncích zúženy.

3. Odpor prostředí jest tím větší, čím větší jest rychlost, kterou tělo v prostředí se pohybuje, a sice jest odpor, nehledíme-li ku tření, $2 \times 2 = 4$ kráte, $3 \times 3 = 9$ kráte, $4 \times 4 = 16$ kráte větší, je-li rychlost těla 2-, 3-, 4kráte větší; neboť je-li rychlost 2kráte tak veliká, musí za tutéž dobu 2kráte tolik prostředí rychlostí 2kráte tak velikou ze prostoru se vytlačovati, čímž odpor stává se $2 \times 2 = 4$ kráte tak velikým.

Plování lidí, zvířat a lodí a létání ptáků a jiných živočichů ve vzduchu bylo by bez odporu těchto prostředí naprosto nemožno.

Odporu vzduchu užívá se při padáku, který se podobá velikému rozepnutému deštníku, na jehož pokrajích upevněny jsou silné šňůry, jimiž zavěšen jest koš, do kterého člověk se posadí. Padákem lze s větších výšek bezpečně dolů se spouštěti, ježto odpor vzduchu, zdola na padák tlačícího, prudké pádání zamezuje.

Stoupání papírových draků a létadel ve vzduchu ukazuje patrně odpor vzduchu.

C. Rovnováha kapalin.

(Hydrostatika.)

190. Povaha kapalin. Kapaliny liší se od těles pevných tím, že částičky jejich jsou *velmi snadně pošlunatelné*, pročež i nepatrnými silami v pohyb se přivádějí, kdežto částice těles pevných, jsouce více méně vespolek spojeny, odporují silám, jimiž chceme od sebe je vzdalovati.

Od vzdušin liší se kapaliny tím, že vzdušiny můžeme snadno a značně stlačovati, kapaliny lze však největšími silami mechanickými stlačovati tak nepatrně, že v mnohých případech za *nestlačitelné* lze je pokládati.

Kapaliny jsou dokonale *pružné*, tak že, byly-li stlačeny, nabývají ihned původního objemu a tvaru, jakmile tlak působiti přestal.

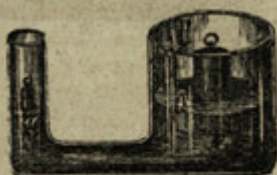
191. Rozptylování tlaku v kapalinách. Částice kapalin jsou velmi snadně *pošlunatelné*, proto unikají tlaku, který v ně působí; nemohou-li však v nádobě uzavřené tlaku uniknouti, roz-

ptylují jej, byl působil směrem jakýmkoliv, okamžitě toutéž měrou ve všech směrech.

Tlačíme-li jistým závažím na píst a (obr. 248.), který uzavírá nádobu s kapalinou, působí tlak ten ovšem toliko na vrstvu kapaliny n , které píst se dotýká. Pro snadnou pošinutelnost svou neodporují však částičky vrstvy n tlaku pístu a , nýbrž, chtějíce tlaku tomu ve všech směrech uniknouti, sdělují tlak stejnou měrou částicím sousedním, jež opět stejnou měrou dále ve všech směrech jej rozšiřují, a tak rozptyluje se tlak v celé kapalině stejnou měrou ve všech směrech až ku stěnám nádoby.

Na každou plochu stěny tak velikou, jako jest spodní plocha pístu a , tlačí tolik částic kapaliny, kolik jich od pístu stlačováno, protože každá část stěny, tak veliká jako plocha pístu a , doznává tlaku, který rovná se závaží na píst a vloženému. Poněvadž na ploše 2-, 3-, ... nkrát větší jest částic kapaliny 2-, 3-, ... nkrát více, jest tlak na plochu stěny vůbec tolikrát tak veliký, jako tlak pístu, kolikrát jest plocha pístu v ploše stěny obsažena.

Obr. 248.



Je-li ku př. n plocha pístu a , na něj tlačí závaží p , je-li N plocha pístu A a P tlak na píst A , má se $p:P=n:N$. Má-li tudíž zůstatí kapalina v rovnováze, musíme na A přiložiti závaží P tolikrát větší než p , kolikrát N větší jest než n .

V zákonu právě odvozeném zakládá se úprava *Bramahova lisu vodního č. hydraulického*, jež znázorňuje obr. 249. V nádrži s vodou bb jest pumpa na tlak, pohybující se pákou. Vytáhne-li se píst s vzhůru, vniká voda, prostřední sítím r a otevřeví záklopkou i , do válce pod píst s . Stlačí-li se píst s dolů, uniká voda tlaku pístu, uzavře záklopkou i , otevře pak záklopkou d a přichází trubici tt do válce cc , kdež, po opětém vytahování a stlačování pístu s se nahromaďující, zdvihá tlakem svým píst pp , a sblízuje desku nn s pístem pp spojenou ku desce e , protože předměty mezi obě desky nn a e vložené se stlačují.

Je-li na páce, kterou píst s se stlačuje, rameno síly 10krát tak dlouhé jako rameno břemene a je-li síla 25 čl. , tož působí píst s na vodu tlakem 250 čl. , je-li pak plocha pístu p 20krát tak veliká jako plocha pístu s , zdvihá se píst p silou $250 \text{ čl.} \times 20 = 5000 \text{ čl.}$, nehledíme-li ku tření, kterým část síly se zmaří.

Vodního lisu užívá se k vytlačování šťávy cukrové z fepy a oleje ze semen, ku stlačování tkanin, papíru atd.

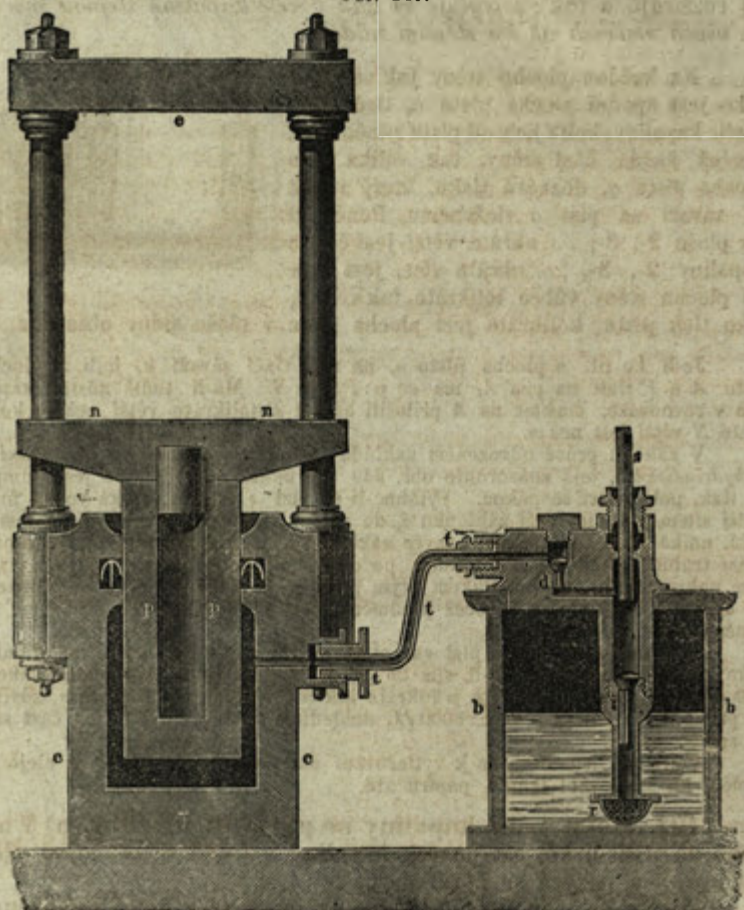
192. Rovnováha kapaliny na povrchu a uvnitř. a) V nádobě ne příliš úzké jest povrch kapaliny v klidu se nalézající vždy vodorovný a nazývá se hladinou.

Kdyby byl povrch šikmý, musily by částice kapaliny, jsouce velmi snadně pošinutelné a tudíž velmi snadně pohyblivé, účinkem tíže po povrchu jako po nakloněné rovině padati dolů a kapalina nebyla by tudíž v klidu, v němž se nalézá jen tehdy, když účinek tíže se zruší, t. j. když povrch kolmo na svislý směr tíže, t. j. do směru vodorovného se postaví, kdež pak padání částic na po-

vrchu ležících částicemi pod nimi se nalézajícími a padání těchto odpořem dna se zruší.

Povrch vody v moři a jezerech jest zakulacený, neboť mají těžné síly směr poloměrů zemských a povrch vody musí státi kolmo na směru sil těžných, čímž vzniká povrch zakulatělý. — V nádobách úzkých, majících velmi malý průměr světlosti, jest povrch vyhlubený aneb vypuklý, čehož příčiny vyloženy byly již na str. 31. a 45. — Výška hor měří se obyčejně vzdáleností vrchole jejich od hladiny mořské.

Obr. 249.



b) Uvnitř v kapalině jest rovnováha jen tehdy, když ruší se účinek veškerých sil, v každou jednotlivou částici kapaliny působících. Kdyby nerušil se účinek všech těchto sil, měly by síly tyto nějakou výslednici a účinkem této výslednice musila by částice

se pohybovati. Kdyby pak jen jediná částice se pohybovala, rozptýlil by se pohyb pro snadnou pošinutelnost částic v celé kapalíně, tak že celá kapalina by se pohybovala a v rovnováze by nebyla. Má-li tudíž kapalina býti v rovnováze, musí býti v rovnováze každá jednotlivá částice její sama o sobě.

Síly, jež v kapalínu působí, jsou: 1. síla těžná, 2. přitažlivost a odpudivost molekulární, 3. přilnavost ku stěně a 4. tlak vzduchu na povrch kapaliny, stýká-li se povrch se vzduchem.

193. Tlak na dno. Vahou svou tlačí kapalina na podporu jako tělo pevné. V nádobě, mající dno vodorovné a stěny svislé, rovná se *tlak kapaliny*, působící na dno nádoby, váze veškeré kapaliny v nádobě obsažené. Nejhořejší první vrstva kapaliny tlačí vahou svou na vrstvu druhou, pod ní se nalézající, vrstva druhá tlačí vahou svou a spolu i tlakem, jehož sama od vrstvy první doznává, tudíž celkem vahou obou prvních vrstev na vrstvu třetí, vrstva třetí tlačí na čtvrtou vahou obou vrstev prvních a vahou vlastní, tudíž celkem vahou prvních tří vrstev atd., z čehož patrně, že tlak na dno rovná se váze všech vrstev na něm spočívajících, čili váze veškeré kapaliny v nádobě obsažené.

Váha prostá P rovná se pak [dle odst. 24. a)] součinu z objemu O a váhy měrné S , tak že $P = O \times S$. Objem O nádoby, mající dno vodorovné a stěny svislé, rovná se pak ploše dna D , násobené výškou V , pročež, položíme-li na místě objemu $O = D \times V$ hodnotu jeho, jest $P = D \times V \times S$, t. j.

Tlak kapaliny na vodorovné dno nádoby, mající stěny svislé, rovná se součinu z velikosti dna, výšky a měrné váhy kapaliny.

Tlak na vodorovné dno nespravuje se množstvím kapaliny, jež v nádobě se nalézá, ni tvarem nádoby, nýbrž rovná se vždy součinu z velikosti dna nádoby, výšky a měrné váhy kapaliny, pročež v nádobách tvaru jakéhokoliv jest tlak kapaliny na dno ve všech stejný, mají-li všechny dno stejně veliké a stojí-li tatáž kapalina ve všech stejně vysoko.

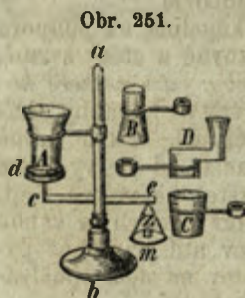
V nádobě $CABD$ (obr. 250.) tlačí na vodorovné dno AB tlak $P = AB \times mn \times S$, neboť má nádoba tato stěny svislé. V nádobě $EABF$ jest sice kapaliny mnohem více, ale na vodorovné dno AB tlačí opět pouze sloupec kapaliny $CABD$, neboť tlačí kapalina ve prostoru CAE na stěnu AE a kapalina ve prostoru DBF na stěnu BF . V nádobě $GABH$ jest kapaliny mnohem méně, ale tlak na vodorovné dno AB jest opět tentýž jako v obou nádobách předcházejících, je-li kapalina tatáž a výška její mn ve všech nádobách stejná. Částice ležící na dně svislé pod povrchem GH jsou stlačovány ode všech ve výšce mn nad nimi se nalézajících, sdělují však pro snadnou pošinutelnost svou tlak, jehož doznávají, nejen dnu, nýbrž i všem částicím sousedním, kteréž pak opět svým sousedním dále jej sdělují, pročež všechny částice dna se dotýkající tlačí na dno tak, jako by byly od povrchu kapaliny GH stejně

Obr. 250.



vzdáleny; jest tudíž tlak kapaliny v nádobě *GABH* na vodorovné dno *AB* tentýž jako kapaliny v nádobě *CABD*.

Tlak kapaliny na vodorovné dno může býti tudíž někdy menší někdy větší, než váha kapaliny v nádobě obsažené, což zdá se býti jaksi nepochopitelné, pročež zákon o tlaku na dno nazván jest *hydrostatické paradoxon* (protímyslné).



Že tlak na vodorovné dno nádoby, mající tvar jakýkoliv, rovná se vždy váze kapaliny stojící ve stejné výšce v nádobě, týmž dnem ale svisnými stěnami opatřené, a že jest tudíž vždy vytknut součinem z velikosti dna, výšky a měrné váhy kapaliny, lze zkouškami dosvědčiti. Přístroj *Pascalův* jest stojan *ab* (obr. 251.), ku kterému upevňují se nádoby rozličného objemu a tvaru *A, B, C, D*, jež uzavírají se dole všecky týmž vodorovným dnem *d* na konci o páky *ce* upevněným. Na druhém konci páky *ve* jest zavěšena miska *m* a závažím z do ní vloženým udržuje se tlak kapaliny na dno *d* působící v rovnováze. Stojí-li tatáž kapalina v nádobách *A, B, C, D* vždy stejně vysoko, musí býti závaží *s* vždy stejně těžké.

Při vědeckém určování tlaku měří se vždy tlak na jednotku plochy, t. j. na 1 cm^2 působící. Právili se ku př., že tlak kapaliny jest 8 t , značí to, že tlačí kapalina na každý čtverečný palec tlakem 8 t . Je-li tudíž plocha 20 cm^2 veliká, tlačí na ni kapalina $8 \times 20 = 160$ librami. — Mnohdy stanoví se tlak pouze výškou kapaliny; z výšky kapaliny lze pak, poněvadž základná sloupce jest 1 cm , tlak snadně vypočísti. Je-li ku př. tlak rtuti *P* vytknut výškou $16''$, jest

$$P = D \times V \times S = 1 \times 16 \times 14 \cdot 14 \text{ lotů} = 226 \cdot 24 \text{ lotů} = 7\text{ t.} + 2 \cdot 24 \text{ lotů.}$$

V tlaku na dno zakládá se úprava *Realova lisu*. Nádoba válcovitá, asi $9''$ vysoká a asi $3''$ v průměru mající, má v hořejší stěně otvor, do kterého ústí trubice přes $2''$ dlouhá, ale pouze $\frac{1}{2}''$ široká. Na síťovité dno nádoby položí se procezovací papír a na papír kladou se na prášek rozmělněné části rostlinné, z nichž šťáva má se vytlačiti, načež se části tyto stlačí a nahore opět procezovacím papírem a síťovitým kotoučem přikryjí. Nalije-li se pak do trubice voda, tlačí na síťovitý kotouč, a vytlačuje šťávu, která síťovitým dnem, ovšem s vodou smíšená, do podstavené nádoby kape.

Vodní stroj sloupový záleží v trubici velmi vysoké, do které voda přitéká tak, že udržuje se v ní vždy ve stejné výšce. Tlakem vysokého tohoto sloupu vody tlačí se píšť ve válci se pohybující, zdola vzhůru; vypustí-li se pak voda pod píštěm a převede-li se tlak vodního sloupu na druhou, hořejší stranu píšťu, pohybuje se píšť opět ve válci dolů. Je-li táhlo píšťu spojeno s jiným strojem, přivádí se i tento stroj v pohyb.

Není-li dno vodorovné, působí na stejné veliké ale od povrchu nestejně vzdálené části dna tlak rozličně veliký a sice tím větší, čím vzdálenější jsou částice dna od povrchu kapaliny.

194. Tlak vzhůru a na stěny. a) Na každou vodorovnou vrstvu kapaliny tlačí sloupec kapaliny na ní spočívající tlakem, který se rovná, považujeme-li vrstvu tu co dno nádoby, součinnu

z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny. Poněvadž v kapalíně tlak, jehož částice doznávají, šíří se ve všech směrech toutéž měrou, tudíž i svisně vzhůru, tlačí vodorovná vrstva kapaliny svisně vzhůru tlakem, který rovná se součinu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny.

Přítáhneme-li kovový uhlazený kotouč k dolejšímu otvoru skleněného válce nití, již v ruce držíme, tak, aby kotouč utvořil dno válce, a ponoříme-li nádobu takto vzniklou do vody, drží se kotouč válce, že netřeba více nití jej přitahovati, ba možno i do nádoby, jejímž dnem kotouč jest, něco kapaliny (barevné) nalíti. Kotouč padá teprv pak, když váha jeho s vahou sloupce kapaliny, na něm spočívající, větší jest, než tlak vody, z dola v kotouč působící.

Že kapalina uvnitř ve všech směrech tlačí, lze dokázati balónek kaučukovým, barevnou kapalinou naplněným a se skleněnou trubici spojeným. Ponoříme-li balónek do vody, stlačuje se a kapalina ve trubici stoupá, a sice tím výše, čím hlouběji jsme balónek ponořili.

b) Tlak na stěnu jest v rozličných místech rozličný, neboť jest tím větší, čím výše kapalina nad tím kterým místem stěny stojí.

Rozdělíme-li svislou stěnu $abcd$ (obr. 252.) ve stejné proužky vodorovné, velmi úzké, ab , ef , gh , cd atd., rovná se tlak na každou jednotlivou vrstvu součinu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny. Poněvadž velikost vrstev a měrná váha kapaliny jest všude stejná, jsou tlaky t , t' a t'' , působící ve vrstvy ef , gh a cd , poměrný výškám mn , nr a mu , tak že $t : t' : t'' = mn : nr : mu$. Znázorníme-li tlaky přímkami, tak že $t = nn_1$, $t' = rr_1$ a $t'' = uu_1$ bude

$$t : t' : t'' = nn_1 : rr_1 : uu_1 \text{ a poněvadž}$$

$$t : t' : t'' = mn : nr : mu \text{ vyplývá, že}$$

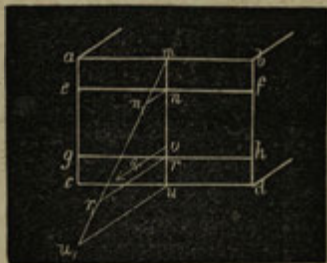
$nn_1 : rr_1 : uu_1 = mn : nr : mu$, což jen tehdy možno, když body m , n , r_1 a u_1 jsou v též přímce mu_1 , kterouž když sestrojíme, obdržíme $\triangle muu_1$, který patrně ze všech ve stěnu působících, přímkami znázorněných tlaků se skládá a jímž tedy velikost celého tlaku, na svislou stěnu $abcd$ působícího, jest vytknuta. Plocha $\triangle muu_1 = \frac{mu}{2} \cdot uu_1$; — uu_1 jest tlak t'' , působící ve vrstvu cd , který se rovná součinu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny, pročež $uu_1 = cd \cdot mu \cdot s$. Poněvadž $cd \cdot mu$ jest plocha p stěny $abcd$, jest $uu_1 = p \cdot s$, což když na místě uu_1 položíme, jest plocha $\triangle muu_1$, totiž tlak na plochu $abcd$, $T = \frac{mu \cdot p \cdot s}{2}$, t. j.

tlak na svislou stěnu rovná se polovičnímu součinu z výšky, plochy stěny a měrné váhy kapaliny a jest tudíž o polovici menší, než by byl, kdyby stěna byla vodorovným dnem nádoby, ve které by stála tatáž kapalina v též výšce.

Je-li tlak na stěnu $abcd$ znázorněn trojúhelníkem muu_1 , jest bod o přímkou oo_1 , vedené těžištěm o_1 trojúhelníku toho, působistěm celého tlaku.

Ku tlaku na stěnu nutno přihlížeti při zhotovování nádob, aby měly stěny dosti pevné a obruče dosti silné, při stavbách vodních vůbec, zvláště pak při stavbě hrází, jezů, stavidel atd. — Skály trhají se často hydrostatickým tlakem na stěnu působícím.

Obr. 252.

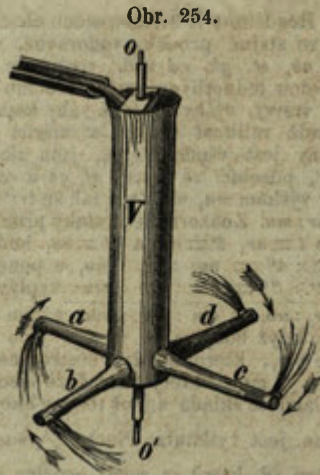


tlaky, působící na plochy stěny stejně veliké, od povrchu stejně vzdálené, naproti sobě ležící, vespolek ruší se. Uděláme-li však ve stěně nádoby otvor, kterým kapalina vytéká, zruší se tlak, který by v místě otvoru na stěnu působil, a tlakem, který působí na protější stejně veliké místo stěny, vyšine se pak nádoba, je-li volně pohybliva, ze své polohy a pohybuje se protivným směrem onomu, kterým kapalina vytéká, protože tlak působící *tlakem zpátečním* č. *zpět působícím* se nazývá.

Láhev vodou naplněná a volně zavěšená (obr. 253.) má v klidu polohu svislou, otevřeme-li však po straně otvor *s*, aby voda jím z láhve vytékala, vyšine se láhev s polohy svislé a pobne se protivným směrem onomu, jímž voda z ní vytéká. Velikost odchytky láhve spravuje se velikostí výslednice zpátečního tlaku a tíže. — V působení zpátečního tlaku zakládá se úprava kola Segnerova. Voda, přitékající do svislého válce *V* (obr. 254.), kolem osy *oo'* otáčivého, rozděluje se do trubic postranních *a*, *b*, *c*, *d*, z nichž otvory na tětěž straně udělanými vytéká. Zpátečním tlakem otáčejí se pak trubice a s nimi i válec *V* směrem protivným kolem osy *oo'*. Válec *V* možno pak spo-



Obr. 253.



Obr. 254.

jiti s jinými stroji, které taktéž v pohyb se přivádějí. — Podobnou úpravu mají vodorovná kola, tak zvané *turbíny*. Na dně nádrže, do níž voda s hůry přitéká, jsou zakřivené lopatky *B* (obr. 255.), mezi kterými voda vytéká a na zakřivené lopatky *D* vodorovného kola naráží, tak že otáčí se kolo protivným směrem onomu, jímž voda mezi lopatkami *D* vytéká. Turbíny slouží ku pohybu strojů mlýnských jakož i ku pohybu strojů v přádelnách, tkárnách, pilách atd.

195. Spojité nádoby. Nádoby vespolek tak spojené, aby mohla kapalina z jedné do druhé volně přecházeti, jmenují se nádoby *spojité*.

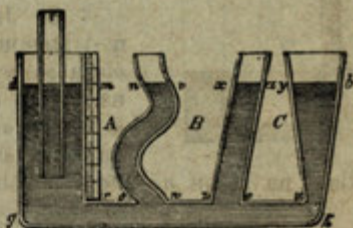
a) V nádobách *spojitých* tvaru jakéhokoliv, nemají-li průměru příliš malého, jest povrch tětěž kapaliny do nich nalité ve všech v tětěž vodorovné rovině a nalézá se tudíž ve všech ve výšce stejné.

V nádobách *dgmr* (obr. 256.) *nowv*, *axca*, *yukb*, jakož i ve trubici do nádoby *dgmr* ponořené jsou povrchy *dm*, *nv*, *xa* a *yb* ve stejné výšce. Jak bylo v odst. 192. b) vyloženo, jest kapalina v rovnováze, když jest každá její část v rovnováze. Na každou vrstvu kapaliny ve vodorovné, všechny nádoby spojující trubici *gkur* tlačí kapalina s obou stran jako na svisnou stěnu. Zůstává-li každá tato vrstva v rovnováze, musí tlaky s obou stran býti stejny. Tlaky tyto rovnají se součinu z velikosti vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny, a poněvadž velikost vrstvy a měrná váha kapaliny jest tatáž, musí býti i výška kapaliny ve všech nádobách tatáž.

Obr. 255.



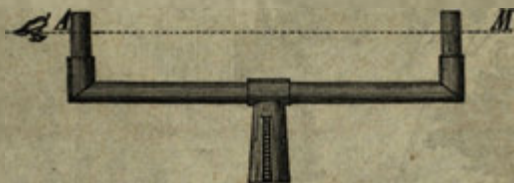
Obr. 256.



Stoupá-li voda v řekách, stoupá toutéž měrou i ve studních a vniká i do sklepů, skládají-li studně a sklepy s řecištěm nádoby spojitě. — Voda dešťová a sněhová vniká do země, nahromaduje se v dutinách a padá účinkem tíže, až dostihne skály nepromokavé; pak se pohybuje vodorovně a stoupá dle zákona právě vytknutého i vzhůru, až konečně někde co pramen ze země vychází. — Při kopání sákladů objevuje se v jisté hloubce voda.

V zákonu o nádobách spojitých zakládá se kopání studní a zřizování vodáren a vodovodů. Vodárny jsou vysoká stavení (věže) s velikými nádržemi, jež vedou z řeky se naplňují a z nichž voda troubami do kašen po celém městě se rozvádí; nádrž vodárny musí ovšem býti tak vysoko, jako kašna

Obr. 257.

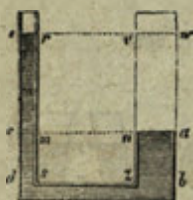


v nejvyšší části města. Vodovody lze převáděti vodu i přes pahrbky, je-li nádrž, z níž voda se rozvádí, výše položena. — Váhy nivelační (obr. 257.) záleží v plechové, na obou koncích vzhůru zahnuté trubici, do jejichž koncův zapuštěny jsou trubice skleněné *A* a *M*. Dáme-li do trubice barevnou kapalinu, stává se v obou trubicích skleněných do stejné výšky a přímka *AM*, povrchy kapaliny v obou trubicích spojující, jest vodorovná. Trubice připevňuje se na

stojanu a slouží měřicím k vytknutí čar vodorovných. — Ku stanovení výšky vody v párním kotli jest s kotlem spojena trubice skleněná, ve které voda tak vysoko stojí jako v kotli. I jiné nádoby, jichž stěny jsou neprohledné, bývají se skleněnou trubicí spojeny, aby výška kapaliny v nádobě mohla se pozorovati. — Obyčejné lampy olejové bývají tak upraveny, by olej v nádrži stál vždy tak vysoko, jak státi musí v rameně s nádrží spojeném, aby až ku konci knotu dosahoval.

Má-li některá z nádob spojitých průměr příliš malý, staví se v ní kapalina, která k ní lne, výše než v ostatních, a sice tím výše, čím užší jest nádoba (str. 45.); kapalina, která ku stěnám nádoby nelne, stojí pak v takové nádobě níže než v ostatních, a sice tím níže, čím užší jest nádoba (str. 31.).

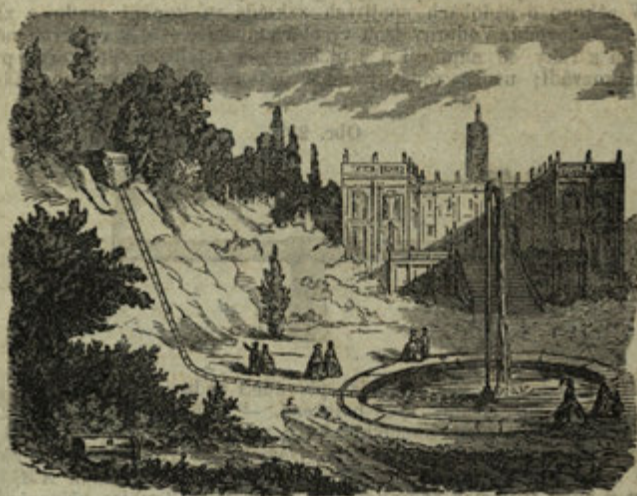
Obr. 258.



b) Je-li spojitá nádoba *ecdbu* (obr. 258.) u *a* stěnou *na* uzavřena, jsou sloupce kapaliny *ms* a *zn* v rovnováze. Sloupec *rm* tlačí však na vrstvu *cm* a kapalinou šíří se tlak ten až k vrstvě *an*. Tlakem tím udržel by se sloupec kapaliny *vnaw* v rovnováze, pročež rovná se tlak na stěnu *na* zdola působící váze sloupce *nwa* též kapaliny.

Je-li nádoba *ab* uzavřena blanou *na*, napíná a roztahuje se blána tlakem z dola v ni působícím i možno pak ústrojnost blány pozorovati. Druhdy užívali učenci přístroje tak upraveného, *anatomickou krovkvi* zvaného, k pozorování ústrojnosti kůže a blán živočišných. — Je-li stěna *na* upravena tak, aby jako u měchu mohla se zdvihati, vzniká *hydrostatický měch*, jímž možno zdvihati předměty na stěnu *na* položené. — Tlak vody z dola *na* stavidlo působící lze na základě tomto vypočítati.

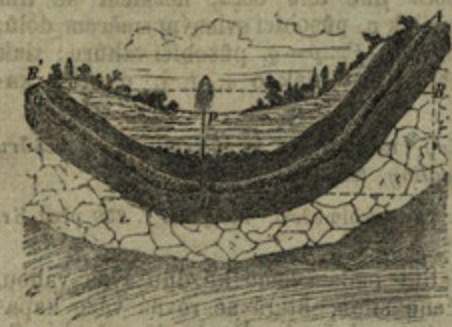
Obr. 259.



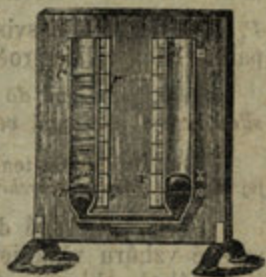
c) Uděláme-li do stěny *an* (obr. 258.) otvor, vytéká jím kapalina tak dlouho, až jest výška její v obou ramenech stejná; je-li otvor velmi malý, vytryskuje jím voda úsilně do výšky a vytryskovala by do též výše, ve které stojí v delším rameni, kdyby odpor vzduchu, tření a přilnavost v otvoru tomu nebránily.

V tom zakládají se *vodomety* (obr. 259.) a studně *vrtané č. artéské* (dle franc. krajiny *Artois* nazvané). Je-li mezi dvěma nepromokavými vrstvami *b c* (obr. 260.) vrstva vodovodná písčité *a* uzavřena, nahromaduje se voda dešťová a sněhová, u *A* do země vnikající, ve vrstvě *a*. Provrtá-li se pak náplav *P* a hořejší nepromokavá vrstva *b* až k vrstvě písčité *a*, vytryskuje voda do výšky. — Lamy bez knotů jsou mističky, u prostřed úzkou trubicí opatřené.

Obr. 260.



Obr. 261.



Plove-li mistička na oleji, stoupá tento dle zákonův právě vytknutých až k otvoru trubičky, kdež se zapaluje.

196. Nestejnorodé kapaliny v nádobách spojených. Nalijeme-li do dvouramenné spojitě nádoby dvě nestejnodorodé kapaliny, jež spolu se nemísí (ku př. rtuť a vodu, neb olej a vodu), stojí kapaliny ve výškách nestejných a sice jsou výšky v převráceném poměru měrných vah neb hustot jejich.

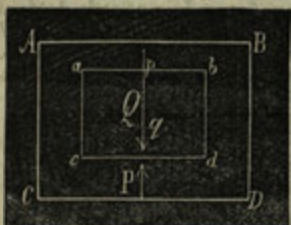
Nalijeme-li do spojitě nádoby, obr. 261. znázorněné, nejprve rtuť a pak vodu, zaujme rtuť prostor *az* a voda prostor *ca*. Pod vodorovnou *aw* jest rtuť dle zákona nádob spojitých sama o sobě v rovnováze. Tlakem sloupce rtuťového *wz*, rtuťi až k vrstvě *ae* rozšířeným a na vrstvu *ae* vzhůru působícím, udržuje se v rovnováze tlak sloupce vody *ca*, působící na vrstvu *ae* dolů, — jsou tudíž tlaky obou sloupcův stejny. Tlak rovná se součinu z velikosti tlačené vrstvy, výšky a měrné váhy kapaliny. Značí-li tudíž *t* tlak vody na vrstvu *ae*, *s* měrnou váhu a *v = re* výšku vody, jest tlak vody $t = ae \cdot v \cdot s$; je-li *t'* tlak rtuťi na vrstvu *ae*, *s'* měrná váha a *v' = vz* výška rtuťi, jest tlak rtuťi $t' = ae \cdot v' \cdot s'$. Poněvadž $t = t'$, jest též $ae \cdot v \cdot s = ae \cdot v' \cdot s'$ a tudíž i $v \cdot s = v' \cdot s'$, pročež $v : v' = s' : s$, a ježto měrné váhy mají se jako hustoty,

$$s' : s = h' : h$$

bude též $v : v' = h' : h$, čímž pravost zákonu výše vytknutého jest dovozena.

197. Zákon Archimedův. Je-li kapalina v nádobě $ABCD$ (obr. 262.) v rovnováze, jest část její $abcd$ v rovnováze. Tlaky, působící se stran na ac a bd , jsou ve stejných výškách stejně veliké, ruší se vespolek. Na spodní plochu cd působí pak s hora hydrostatický tlak p kapaliny nad ab se nalézající, který až k vrstvě

Obr. 262.



cd se šíří, a váha q kapaliny $abcd$, pročež celý tlak shora svisně na vrstvu cd působící jest $Q = p + q$. Svisně vzhůru působí na vrstvu tlak hydrostatický P a poněvadž cd v rovnováze zůstává, jsou tlaky Q a P , protivným směrem působící, sobě rovny, t. j. $Q = P$, pročež i $P = p + q$. Zaujme-li místo kapaliny $abcd$ jiné tělo $abcd$, nezmění se tím ni tlak p , působící svisným směrem dolů, ni tlak $P = p + q$, působící vzhůru; tlak

P , působící v tělo svisně vzhůru jest však o q , t. j. o váhu kapaliny $abcd$ větší, pročež

tělo, ponořené do kapaliny, tlačeno jest kapalinou svisně vzhůru silou, která se rovná váze kapaliny, tělem tím vytlačené.

Důležitý zákon ten nazván po Archimedovi, který asi r. 250 před Kr. jej objevil, zákonem Archimedovým.

Tělo ponořené do kapaliny padá svisně ke dnu svou vahou, svisně vzhůru však jest tlačeno silou, která se rovná váze kapaliny téhož objemu, tělem tím vytlačené. Poněvadž působí síly tyto směrem protivným, pohybuje se tělo účinkem výslednice obou těchto protivným směrem působících sil, kteráž rovná se rozdílu jejich a má směr síly větší. Je-li tudíž P váha těla, p váha kapaliny téhož objemu a $P > p$, padá tělo v této kapalině účinkem výslednice $V = P - p$, i jest tudíž v kapalině váha těla zdánlivě o váhu kapaliny téhož objemu menší, pročež

tělo do kapaliny ponořené pozbývá zdánlivě tolik své váhy, co váží kapalina tělem tím vytlačená.

Na jeden konec vahadla zavěsíme válec dutý, opatřený dole háčkem, na který zavěsíme pod něj válec hmotný tak veliký, že prostor dutého válce zcela vyplňuje; vyrovnáme-li váhu obou válců závažím, vloženým na misku, na druhém konci vahadla zavěšenou, a ponoříme-li hmotný válec do jakékoliv kapaliny, bude válec v kapalině zdánlivě lehčím a rovnováha na vahách se zruší. Naplníme-li pak dutý válec toutéž kapalinou, vrátí se vahadlo opět do rovnováhy, což důkazem, že tělo v kapalině zdánlivě tolik váhy pozbývá, co váží kapalina tělem tím vytlačená.

Pokud jest naplněný okov pod vodou, zdvihneme jej snadně, neboť jest zdánlivě o tolik lehčí, co váží voda jím vytlačená. — Veliké, těžké kameny lze pod vodou velmi snadně zdvihati a přenášeti. — Pokud jest síl pod vodou, mohou ji rybáři velmi snadně sem a tam posouvat. — Tělo naše pozbývá ve vodě tolik váhy, co váží voda jím vytlačená. (Úkaz tento pozoroval Archimedes v lázni a odvodil z něho zákon výše vytknutý.)

Značí-li P váhu těla a p váhu nějaké kapaliny téhož objemu, pohybuje se tělo v této kapalině výslednicí V obou těchto sil, protivným směrem působících, kteráž se rovná rozdílu jejich $P - p$ a má směr síly větší, pročež:

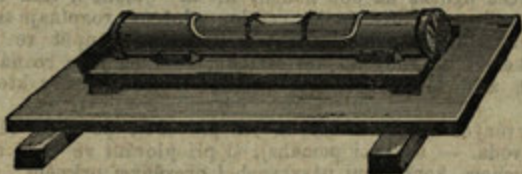
1. Je-li tělo hustější č. má-li měrnou váhu větší než kapalina, jest $P > p$, výslednice má pak směr síly P a tělo padá v kapalině ke dnu.

2. Je-li tělo tak hutné č. má-li takovou měrnou váhu jako kapalina, jest $P = p$, výslednice obou sil jest nullou a tělo zůstává v každém místě v kapalině v klidu, č. vznáší se v kapalině.

3. Je-li tělo méně hutné, č. má-li měrnou váhu menší než kapalina, jest $P < p$, výslednice má směr větší síly p a kapalina tlačí tělo vzhůru na povrch svůj tak dlouho, až váha kapaliny, tělem pouze z části do ní ponořeným vytlačené, váze celého těla se vyrovná. O takovém těle říkáme, že plove na kapalině.

Železo padá ve vodě ke dnu, na rtuti však plove. — Vejce padá ve vodě ke dnu, v nasyceném roztoku kuchyňské soli ve vodě však plove. — Olej na vodě plove, v líhu padá ke dnu. — Smícháme-li rtuť, vodu a olej, postaví se kapaliny tak, že nejhustší rtuť nejnižší a nejjednodušší olej nejvyšší místo v nádobě zaujímá. Olej plove totiž na vodě a voda na rtuti. — Postavíme-li na dno nádoby, vodou naplněné, láhvičku s olejem, proudí olej z láhvičky k povrchu vody, kdež konečně všechn se osadí.

Obr. 263.



V plování zakládá se úprava libely (obr. 263.). Jestliž to trubice skleněná do mosazné trubice tak zasazená, že jen střední hořejší část její, která jest vzhůru poněkud zakřivená, zůstává nepokryta. Trubice skleněná jest líhem tak naplněná, že jen malá bublina vzduchu v ní zůstává. Bublina vzduchová zaujímá ve trubici vždy místo nejvyšší a trubice upraví se tak, že deska, na které jest upevněna, má polohu vodorovnou, když bublina právě u prostřed trubice mezi dvěma mosaznými proužkami se nalézá. Položíme-li libelu na nějakou plochu a je-li bublina vzduchová na místě právě vytknutém, jest plocha vodorovná. Libela musí však na plochu ve dvou na sobě kolmých směrech, po délce i šířce její se položit.

198. Plování těles v kapalinách. a) Má-li tělo na kapalině plovati, musí, jak výše bylo dovozeno, tělo míti váhu menší než kapalina téhož objemu, na níž plove.

Dle zákona toho plovala by na kapalině pouze tělesa, mající hutnost a tudíž i měrnou váhu menší než kapalina. Můžeme však i tělesa hutnější než voda upravit tak, že váha jejich jest

menší než váha stejného objemu vody a že tudíž tělesa na vodě plovou. Toho lze docílití dvojím způsobem, a sice: 1. když uděláme tělo duté, aby při stejné váze objem jeho značně se zvětšil a aby tudíž tělo více vody vytlačovalo; 2. když spojíme tělo hutnější než voda s tělem jiným dostatečně velikým, ale méně hutným než voda, aby váha vytlačené vody větší byla než součet vah obou těles vespolek spojených.

Železné duté lodě plovou na vodě i s nákladem v nich obsazeným. — Prázdné sudy, dobře uzavřené, aby voda nemohla do nich vniknouti, plovou ve vodě i kladou se na ně též mosty, přes něž lze pak bezpečně dosti značný náklad převážeti. Podobně slouží i mosty lodní, položené na lodě, tak zvané *pontony*, jež jsou vespolek spojeny a upevněny, aby proudem nemohly býti odneseny. — Prázdné sudy a kaučukové měchy vzduchem naplněné vytlačuje voda tak úsilně vzhůru, že užívá se jich k vytažování zboží, ztroskotáním lodí na dno mořské ponořeného, kteréž pod vodou se sudy neb měchy pevně se spojí. — Tělo lidské váží o málo více než voda téhož objemu, proto může člověk, jen nepatrně si pomáhaje, ve vodě plovati; tuční lidé snáze plovou, vytlačující tělem svým větší objem vody. — Mrtvolý utopených lidí a zvířat puď voda na povrch, poněvadž hnitím sploužijí se v těle plyny, kterými tělo se nadává a tudíž většího objemu nabývá. — Ryby, chtějíce vyplouti ku povrchu vody, naplňují svůj plovací měchýř vzduchem a zvětšují takto objem svého těla; vypustí-li ryba vzduch z měchýře, zmenší se objem jejího těla, jež pak ke dnu padá. — Tak zvaný *kartesiánek* jest dutá skleněná figurka, velmi malým otvorem opatřená, v níž jest jen něco málo vody, ostatní prostor zaujímá vzduch; proto plove kartesiánek ve vodě, nalezající se v nádobě až k pokraji plná a kaučukovou blanou uzavřená. Stlačíme-li blánu, stlačuje se i voda, a unikajíc tlaku, vniká malým otvorem do figurky, jejíž váha takto se zvětšuje, pročež figurka ke dnu nádoby klesá. Ustane-li tlak na blánu, vypuďí vzduch, vodou do kartesiánku vniklou stlačený, rozpínaje se, vodu, která tlakem do vnitř vnikla, z figurky ven a kartesiánek opět ve vodě stoupá. Vnikne-li tlakem tolik vody do kartesiánku, že váha jeho rovná se váze vody jím vytlačené, zůstává kartesiánek, ve vodě se vznášeje, v kterémkoliv místě státi.

Na dřevěných lodích a vorech lze převážeti po vodě tělesa mnohem hutnější než voda. — Chlapci pomáhají si při plování ve vodě měchýřem naplněným vzduchem, korkovými pásy aneb i dřevěným prknem.

b) Kapalina tlačí plovoucí tělo tak dlouho vzhůru, až váha kapaliny, ponořenou částí těla vytlačené, váze celého těla se vyrovná. Z toho patrné, že *totéž plovoucí tělo ponořuje se v kapalině tím hlouběji, čím menší jest hustota kapaliny, jakož i že tělesa téhož objemu ale nestejné hutnosti v tétož kapalině ponořují se tím hlouběji, čím větší jest hutnost jejich.*

Mořská voda jest hustší než říčná; má-li tudíž loď v moři tak hluboko se ponořiti jako v řece, musí plavci váhu lodi tak zvanou *přítíž* (balastem) zvětšiti. — Proč plovou lidé v moři snáze než v řece?

c) V tělo ponořené do kapaliny působí vždy dvě síly, jichž *působistiť, směr a velikost* jsou známy. Jedna z těchto sil jest *váha* těla, která působí v *těžišti* těla svisně *dolů*; druhá síla, kterou kapalina tělo *nahoru* tlačí, působí v *těžišti* kapaliny tělem vytlačené a rovná se *váze* vytlačené kapaliny. Poloha těla v kapalině ponořeného může býti *stálá, vrátká* neb *volná*. Tělo v kapalině plo-

voucí jest pouze tenkrát v rovnováze, když těžiště jeho a (obr. 264.) a těžiště kapaliny jím vytlačené č. střed tlaku b jsou v též vsvisné přímkce ab , která slove čarou těžištní.

a) Je-li těžiště těla pod těžištěm kapaliny, má tělo polohu stálou a sice tím stálejší, čím níže jest těžiště jeho pod středem tlaku. Tělo takové jest v kapalině téměř zavěšeno, pročež vrací se ihned do původní polohy nazpět, jak mile přestane působiti síla, kterou bylo z polohy původní vyšinuto.

b) Je-li těžiště těla a (obr. 264.) nad těžištěm kapaliny b , může býti rovnováha jeho buď stálá, buď vrátká. Vyšineme-li tělo z původní polohy, tak že čára těžištní ab octne se v poloze ab' , změní se tím tvar ponořené jeho části tak, že těžiště vytlačené kapaliny bude pak buď v bodu c , buď v bodu d . Je-li těžiště vytlačené kapaliny v c , protíná směr síly, kterou voda tělo nahoru tlačí, čaru těžištní ab' v bodu m a bude ji otáčeti směrem původnímu směru protivným, tak že tělo se zvrátí; je-li však těžiště vytlačené kapaliny v bodu d , protíná směr síly, kterou voda tělo nahoru tlačí, čaru těžištní ab' v bodu m' a bude ji otáčeti v původní polohu její, z čehož patrné, že jest poloha těla v tomto případě stálá. Jak patrné, řídí se tudíž stálost polohy průsečným bodem m , který se zove zástředím (metacentrum). Poloha těla jest stálá, je-li zástředí nad těžištěm, vrátká pak, je-li zástředí pod těžištěm těla.

c) Splývá-li zástředí s těžištěm těla v bod jediný, zůstává tělo v každé poloze v kapalině v rovnováze, jest tudíž poloha jeho volná.

Nejtěžší zboží nakládá se do korábů nejniže, aby těžiště jejich co nehlouběji kleslo. — Hlava lidská váží v poměru k ostatnímu tělu mnohem více než hlava zvířat, jest tudíž i těžiště těla lidského výše než těžiště těla zvířecího a tudíž plování člověku obtížnější než zvířatům.

199. Stanovení hustoty. Jak bylo na str. 28. vyloženo, mají tělesa téhož objemu ale rozličné hmoty také rozličnou váhu i soudíme tudíž, že jsou částice těla A tolikrát hustěji skupeny čili že jest hustota těla A tolikrát větší, než hustota těla B , kolikrát jest váha těla A větší, než váha těla B , majícího objem stejný.

Značí-li tudíž H a h hustoty, P a p váhy dvou rozličných těles téhož objemu, mají se hustoty k sobě jako váhy jejich, pročež $H:h = P:p$ a tudíž $H = \frac{P}{p} \cdot h$. Je-li p váha vody 3° R.

teplé, jest hustota její $h = 1$, pročež $H = \frac{P}{p}$, t. j. hustota těla rovná se podílu z váhy těla, dělené vahou téhož objemu vody překaпанé, 3° R. teplé.

Váhu těla P vyhledáme zvážením jeho a váhu téhož objemu vody stanovíme hydrostaticky dle zákona Archimedova.

Obr. 264.

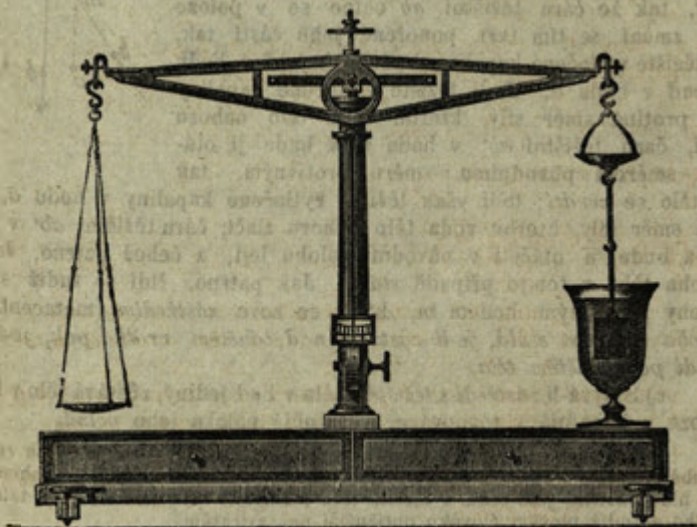


200. Stanovení hustoty těles vahami hydrostatickými.

Váhy hydrostatické (obr. 265.) liší se od vah obecných tím, že jedna miska jejich jest na kratších šňůrách (drátech) zavěšena a dole háčkem opatřena a že vahadlo jejich dle potřeby lze zdvihati neb spouštěti.

a) Chceme-li stanoviti vahami hydrostatickými hutnost pevného těla, zvážíme je obyčejným způsobem a váha jeho jest ku př. P . Pak zavěsíme tělo žíní, vláknem neb teninkým drátkem na háček misky a ponoříme je do vody, v níž pozbude tělo zdánlivě části své váhy, pročež

Obr. 265.



na tutéž misku, na které tělo je zavěšeno, třeba přidati závaží p , aby byly váhy opět v rovnováze. Přidané závaží p jest váha vody tělem vytlačené, tudíž váha vody téhož objemu, jež má tělo. Hustota těla

jest pak $H = \frac{P}{p}$.

Má-li tělo hustotu menší než voda, tak že ve vodě se nepotápí, spojíme je s jiným tělem hutnějším. Pozbývá-li hutnější tělo ve vodě samo o sobě váhy q a pozbývají-li obě tělesa vespolek ve vodě váhy q' , tož pozbývá tělo méně hutné ve vodě váhy $p = q' - q$, pročež hustota jeho $H = \frac{P}{q' - q}$. Podobně ur-

čuje se hutnost těla pevného na prášek rozmělněného, když dáme je na misticčku a i s misticčkou do vody je ponoříme. — Rozpouští-li se tělo ve vodě, zvážíme je v kapalině jiné, v níž se nerozpouští, jejíž známá hustota jest h' a v níž pozbývá váhy p' . Dle odst. 199. jest pak hustota těla $H = \frac{P}{p'} \cdot h'$.

b) Chceme-li stanoviti hustotu kapaliny, ponoříme skleněnou kouli, na tenkém platinovém drátku zavěšenou, do této kapaliny, v níž pozbývá váhy P , pak ponoříme tutéž kouli do vody, v níž pozbývá váhy p ; jestli pak P váha kapaliny a p váha vody téhož objemu, pročež hustota kapaliny $H = \frac{P}{p}$.

201. Stanovení hustoty piknometrem. *Piknometr* (hutnoměr) jest malá lahvička, do které určité množství vody se vejde a jejíž hrdélko uzavírá se zátkou dobře přibroušenou a u prostřed opatřenou otvorem, kterým nadbytek kapaliny vytéká a bubliny vzduchu unikají.

a) Máme-li piknometrem stanoviti hustotu kapaliny, zvážíme nejprve piknometr prázdný, jehož váha jest ku př. q . Naplníme-li jej pak kapalinou, váží ku př. Q a jest tudíž váha kapaliny $P = Q - q$. Váží-li piknometr naplněný vodou Q_1 , jest váha vody $p = Q_1 - q$, pročež hustota kapaliny $H = \frac{P}{p} = \frac{Q - q}{Q_1 - q}$.

Váhu piknometru q a váhu vody p určíme a zaznamenáme si jednou pro vždy. Někdy bývají váhy ty na piknometru samém poznamenány.

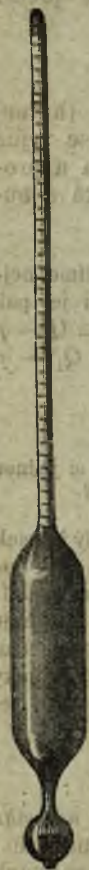
b) Má-li se stanoviti hustota pevného těla, zvážíme malý kousek aneb prášek jeho. Váží-li piknometr, voda v něm obsažená a tělo dohromady ku př. Q , dáme-li pak pevné tělo do piknometru, a naplníme-li piknometr vodou, jest v piknometru vody méně, neboť vyplňuje pevné tělo část objemu piknometru; bude tudíž také váha piknometru, vody a pevného těla menší, ku př. R . Váha vody téhož objemu, jaký má tělo pevné, jest pak, jak patrně, $p = Q - R$, a je-li P váha pevného těla, jest hustota jeho $H = \frac{P}{Q - R}$.

202. Stanovení hustoty hustoměry. 1. *Hustoměr na váhu* jest dutý mosazný aneb postříbřený válec (obr. 266.), nahoře i dole kuželovitě ukončený a dole obtěžkaný, aby měl v kapalinách polohu stálou. Na hořejším konci hustoměru jest u prostřed svisně upevněn ocelový drát s miskou A , na němž u O zvláštní znaménko, k němuž musí hustoměr vždy se ponořiti, aby vždy týž objem kapaliny vytlačoval. Dole ukončen hustoměr háčkem, na nějž zavěšuje se miska C , která závažíčkem se obtěžkává.

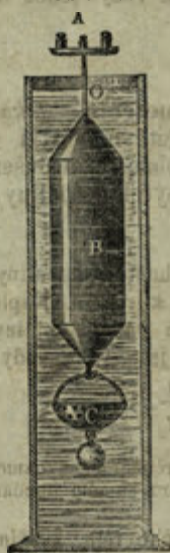
a) Chtějíce určiti hustoměrem tímto hustotu těla pevného, ponoříme hustoměr do vody a přidáváme na misku A závaží tak dlouho, až ponoří se hustoměr k znaménku O . Pak vezmeme závaží s misky a položíme na ni kousek těla pevného, jehož hustotu máme určiti, a přidáváme závaží tak dlouho, až se ponoří hustoměr ve vodě opět k bodu

O. Váha těla P rovná se pak rozdílu mezi závažím, které bylo dříve samo, bez těla, na misce, a závažím, které jsme ku tělu na misku přiložiti musili. Pak dáme tělo do misky

Obr. 267.



Obr. 266.



C , ve kteréž pozbyvá váhy tolik, co váží voda jím vytlačená, tak že musíme na misku A přiložiti závaží p , aby hustoměr opět až k bodu O do vody se ponořil. Hustota těla $H = \frac{P}{p}$.

Miska C má otvory jako síto, aby bubliny vzduchové nemohly v ní se usazovati. Obrátíme-li misku C dnem vzhůru, můžeme určití hustoměrem též hustotu těles takových, která pro nepatrnou hustotu svou ve vodě se nepotápějí. Roztéká-li se pevné tělo ve vodě, ponoříme hustoměr do jiné kapaliny, ve které tělo se neroztéká a jejíž hustota jest ku př. h_1 , bude pak

$$H = \frac{P}{p} \cdot h_1.$$

b) Má-li se určití hustoměrem na váhu hustota kapaliny, určíme nejprvé váhu hustoměru Q a závaží q , jež nutno na misku A přiložiti, aby hustoměr ve vodě až k bodu O se ponořil. Obě tato závaží jednou pro vždy si zaznamé-

náme. Váha vody, vytlačené hustoměrem až k bodu O ponořeným, jest pak $p = Q + q$. Ponoříme-li pak hustoměr do jiné kapaliny, musíme na misku A dáti závaží q' , aby hustoměr opět se ponořil až k bodu O , a váha kapaliny hustoměrem vypuzené jest $P = Q + q'$. Hustota kapaliny jest tudíž $H = \frac{Q + q'}{Q + q}$.

2. *Hustoměry stupňované* jsou přístroje rourovité, se všech stran uzavřené, nejčastěji skleněné (zřídka plechové), dole olovem neb rtutí obtěžkané, aby v kapalinách svisně plovaly (obr. 267). Přístroj takový potápí se ve vodě až ku jistému místu, kteréž na něm zvláště bylo označeno. V kapalině řidší než voda potápí se hustoměr *hlouběji* a v hustější méně *hluboko* než ve vodě, neboť váží kapalina hustoměrem vytlačená vždy tolik, co váží hustoměr, jehož váha se nemění. Hustoměrem takovým možno tudíž stanoviti, je-li kapalina nějaká *hustší* neb *řidší* než voda. Uděláme-li na hustoměru takovém přiměřenou *stupnici*, můžeme poměr hustoty kapaliny k hustotě vody číslem vytknouti.

Stupnice může býti upravena tak, abychom mohli hustoměrem určití hustotu kapalin *řidších* i *hustších* než jest voda. Nejčastěji

bývají však pro obojí druhy kapalin hustoměry zvláště upraveny. Na hustoměrech, jež slouží k určování hustoty kapalin *řidších* než voda, jest oddíl stupnice, ku kterému ve vodě se ponořují, *nejnižší*; na hustoměrech, jimiž stanoví se hustota kapalin *hustších* než voda, jest oddíl stupnice, k němuž ve vodě se ponořují, *nejvyšší*. Dle rozličné úpravy stupnice jsou stupňované hustoměry rozličně pojmenovány.

a) *Objemoměry* (volumetry) *Gay Lussacovy* ukazují na stupnici, kolik určitých *stejných* dílův objemu nějaké kapaliny právě tolik váží, co váží 100 týchž stejných dílův objemu vody. Ponoří-li se objemoměr v kapalině až k oddílu, jenž označen číslem n , váží n dílův kapalinu, jejíž hustota jest h' , právě tolik, co 100 stejných dílův vody, mající hustotu h . Při stejné váze jsou hustoty v převráceném poměru s objemy, tak že $h' : h = 100 : n$, a poněvadž hustota vody $h = 1$, $h' : 1 = 100 : n$, z čehož $h' = \frac{100}{n}$, t. j. objemoměrem

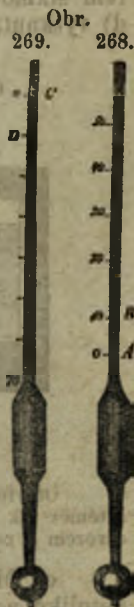
stanoví se hustota kapaliny, dělíme li číslo 100 číslem, jež připsáno u onoho oddílu stupnice, k němuž hustoměr v kapalině té byl se ponořil.

b) *Hustoměry, jichž jednotlivé oddíly stupnice přímo hustotu vyznačují*, liší se od objemoměrů tím, že hustotu netřeba vypočítávati, poněvadž u každého oddílu stupnice připsáno jest číslo, jež značí hustotu kapaliny, ve které hustoměr až k tomuto oddílu byl se ponořil.

c) *Hustoměry procentové* slouží v obchodu a průmyslu k tomu, aby jimi přímo objevil se, mnoho-li ve 100 dílech (váhy neb objemu) obsaženo hmoty s vodou smíšené (ku př. líhu) aneb ve vodě rozpuštěné (ku př. soli, cukru atd.). Takové hustoměry jsou *lhoměry* (alkoholometry), *cukroměry* (saccharimetry) a j.

d) *Hustoměry se stupnicí libovolnou* nemají vědeckého základu, poněvadž jimi možno ustanoviti pouze, je-li kapalina nějaká *vůbec hustší* neb *řidší* než jiná poměr hustot obou kapalin nelze však číslem určitým vytknouti. V obchodu a průmyslu užívá se přece hustoměrů těch až posud a mluví-li se o *stupnicích* líhu, kyselin atd., bývají tím míněny vždy stupně některého takového hustoměru. Nejvíce užívá se v průmyslu a obchodu hustoměrů, jež sestrojili *Baumé, Cartier a Beck*; *Beckovy* jsou poměrně nejlepší, *Baumé* ovy nejrozšířenější. Na stupnici hustoměru *Baumé* ova pro kapaliny *řidší* než voda, jest u bodu *B* (obr. 268.), ku kterému se potápí hustoměr ten ve vodě, číslo 10 a u bodu *A*, ku kterému se ponořuje v roz-toku 1 dílu (libry) kuchyňské soli v 9 dílech (librách) vody, jest číslo 0. Od nuly až k 10 rozdělí se stupnice v 10 rovných dílův tak zvaných *stupňů*, které i dále na trubici se přenášejí. Na stupnici hustoměru pro kapaliny *hustší* než voda připsal *Baumé* k bodu *C* (obr. 269.), ku kterému hustoměr ve vodě $+14^{\circ}\text{R}$ teplé se ponořuje, nulu, a bod *D*, ku kterému se potápí v roztoku 3 dílů (liber) kuchyňské soli v 17 dílech (librách) vody, naznačil číslem 15. Rozdělením vzdáleností obou těch bodův v 15 rovných dílův nabudeme pak *stupňův*, které i na další část trubice se přenášejí.

Poněvadž kapaliny dosti značně teplem se roztahují a ochlazením se smršťují, nutno při stanovení hustoty kapalin i ku teplotě přihlížeti.



D. Pohyb kapalin.

(Hydrodynamika.)

203. Výtok kapaliny. a) Uděláme li ve vodorovném dnu CD (obr. 270.) nádoby $ABDC$ otvor ao , vytéká otvorem malá částice kapaliny $amno$ nejen účinkem síly těžné, nýbrž i tlakem sloupce kapaliny $rmnv$. Tlak sloupce tohoto spravuje se pak, pokud otvor a měrná váha kapaliny zůstávají stejny, toliko výškou rm , pročež i rychlost, kterou kapalina otvorem ao vytéká, pouze výškou kapaliny se řídí, i ubývá rychlosti výtoku tou měrou, kterou ubývá výšky kapaliny.

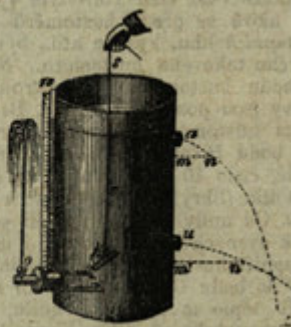
Má li tudíž kapalina vytékati otvorem *rovnoměrně*, musí udržovati se v nádobě $ABDC$ vždy ve stejné výšce.

b) Poněvadž tlak kapaliny šffí se ve všech směrech stejnou měrou, spravuje se rychlost výtoku výškou kapaliny nad otvorem, necht vytéká kapalina otvorem ve dnu, aneb ve stěně, aneb směruje-li otvor do výšky. Vytéká-li kapalina malým postranním otvorem šikmo neb vodorovně, opisuje dle zákonu v odst. 183. c) a d) vytknutého *parabolu*.

Obr. 270.



Obr. 271.



Otevřeme-li záklopku k (obr. 271.), vytryskuje kapalina, malým otvorem a téměř tak vysoko, jak vysoko stojí v nádobě (srovnej odst. 195. c). Vytéká-li otvorem a neb u , opisuje parabolu an neb $u'n'$.

c) Množství kapaliny za jistou dobu vytékající spravuje se netoliko velikostí otvoru, nýbrž i rychlostí výtoku.

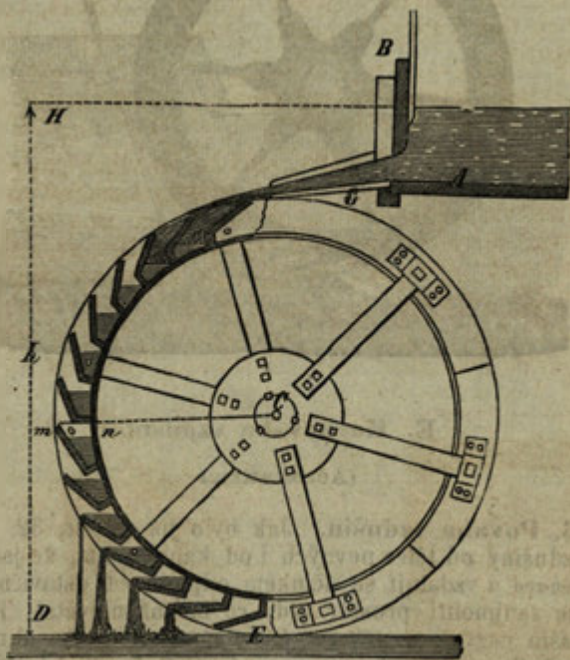
204. Hybná síla vody. Účinkem tíže a snadné pošinitelnosti svých částic snaží se voda vždy, aby nejnižší polohu zaujala, a proudí tudíž v řekách a potocích silou, které již ode dávna ku

pohybu vodních kol se užívá. Voda působí v kolo buď *vahou*, buď *rázem*, buď *tlakem*, t. j. vahou i rázem současně.

a) *Kolo na vrchní vodu* otáčí se účinkem váhy vody i užívá se ho, kde jest vody málo, ale kde má voda veliký spád.

Voda *A* (obr. 272.), jejíž přítok lze upravití stavidlem *B*, padá žlabem *C* do korečkův, jež jsou upraveny tak, aby vodu ze žlabu snadně přijímaly a ji, pokud jen možno, až do nehlubšího místa v sobě udržovaly, by vahou svou vydatněji mohla působiti. Proto bývá koreček upraven tak, že jedna třetina

Obr. 272.



jeho, tak zvaný *poddeněk*, má směr poloměru kola Cm , ostatní pak dvě třetiny skládají *lopatku*, k obvodu kola v úhlu asi 30° skloněnou. Aby voda co nejdéle v korečkách zůstávala, naplňují se vodou jen asi do polou. Čím větší výška hladiny hořejší nad hladinou dolejší, t. j. čím větší DH , tím větší silou kolo se otáčí.

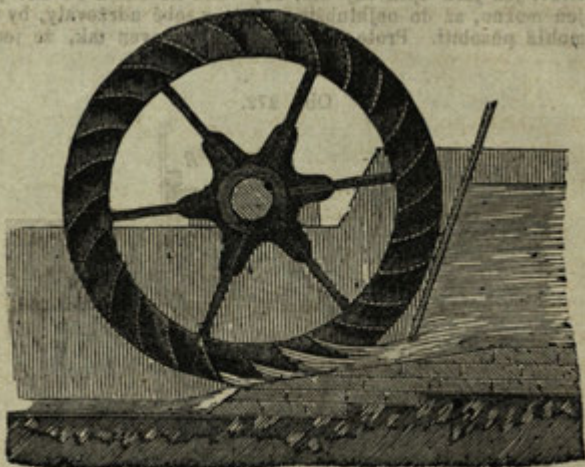
b) *Kolo na spodní vodu* pohybuje se nárazem vody i užívá se ho, kde je spád vody malý, jako ku př. u mlýnů na řekách a náhonech.

Voda padá žlabem vodorovným aneb poněkud nakloněným a naráží na lopatky, jež stojí kolmo na obvodu kola aneb bývají poněkud proti proudu nakloněny. Kolo *Ponceletovo*, jež znázorňuje obr. 273., má lopatky ze železného

plechu tak zakřivené, aby voda netoliko nárazem, nýbrž i vahou svou mohla v ně působiti.

O kole Segnerově a o kolech vodorovných č. turbinách pojednáno již na str. 258.

Obr. 273.

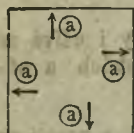


E. Rovnováha vzdušin.

(Aérostatika.)

205. Povaha vzdušin. Jak bylo již na str. 32. vytknuto, liší se vzdušiny od těles pevných i od kapalin tím, že jsou částice jejich *prchavé* a vzdalují se účinkem odpudivosti ustavičné od sebe, snažíce se zaujmouti prostor vždy co možná největší. Tato vlastnost vzdušin nazývá se *šířivost* č. *rozpínavost*. Od kapalin rozeznávají se vzdušiny i tím, že lze značně je *stlačovatí*. Vlastností vzdušivám i kapalinám společnou jest *snadná pošinutelnost* částic. Jako v každé tělo vůbec, působí i ve vzdušiny *tíže*.

Obr. 274. Myslíme li si v prostoru čtyři částice *a* (obr. 274.) jeví všecky snahu, vzdalovati se od sebe co nejvíce směry šípky naznačenými.



Šířivostí svou způsobují vzdušiny na plochy, s nimiž se stýkají, jistý *tlak*, který se jmenuje *napnutí* č. *expanse*.

Poněvadž napnutí vzdušin tlakem jich na plochy se měří, mají šířivost, rozpínavost, tlak, napnutí a expanse v obecně mluvě tentýž význam.

Velikost napnutí č. expanse vzdušín měří se hydrostatickým tlakem sloupce rtuťového (někdy též vodního), působícího na plochu vodorovnou 1 cm^2 velikou, pročež expanse obyčejně toliko výškou sloupce rtuťového se stanoví.

Praví-li se ku př., že jest expanse vzduchu $28''$, tož rovná se expanse váze sloupce rtuťového, $28''$ vysokého, na vodorovnou plochu 1 cm^2 působícího. Poněvadž 1 kg rtuťi váží $14 \cdot 14$ lotu jest váha 28 kg rtuťi

$$14 \cdot 14 \times 28 = 95 \cdot 92 \text{ lotů} = 12 \text{ } \cancel{\text{t}} \text{ } 11 \cdot 92 \text{ lotu} = \text{téměř } 12 \frac{1}{2} \text{ } \cancel{\text{t}}.$$

206. Expanse vzdušín spravuje se hmotou, objemem a teplotou jejich.

a) *Rozličné plyny*, ku př. kyslík a vodík, mají za hustoty a teploty stejné expanzi *rozličnou*. Tlak vodíku jest asi 16krát tak veliký jako tlak kyslíku. — Rozeznáváme expanzi *prostou*, kterou stanovíme, nebledíce ni k hustotě ni ku teplotě vzdušiny, a expanzi *poměrnou*, kterou jeví plyn, maje teplotu 0° a hustotu tutéž, kterou má zcela čistý vzduch při teplotě 0° a expanzi $28'' \text{ } 4'''$.

b) *Tatáž vzdušina* jeví za tétož teploty ale rozličného objemu expanzi rozličnou, a sice *přibývá expanse tou měrou, kterou objemu ubývá*. Poněvadž přibývá hustoty tou měrou, kterou ubývá objemu, patrno, že *přibývá-li hustoty vzdušiny, přibývá toutéž měrou i expanse její*. Značí-li tudíž E expanzi vzdušiny, mající objem V a hustotu H , a je-li e expanse tétož vzdušiny za tétož teploty, při objemu v a hustotě h , lze zákon právě vyslovený vytknouti srovnalostmi:

$$E : e = v : V \quad \text{a} \quad E : e = H : h.$$

Zákon tento, po objeviteli *zákon Mariottův* nazvaný, lze zkouškami dovésti. Stlačí-li se vzdušina tak, že zaujímá $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$... $\frac{1}{n}$ původního objemu, pročež hustota její 2-, 3-, 4-, ... nkrát se zvětší, jeví se expanse vzdušiny 2-, 3-, 4- ... nkrát větší.

c) *Za stejné hustoty* spravuje se expanse téhož plynu teplotou jeho, neboť roztahují se teplem všechna tělesa, tudíž i vzdušiny, a přibývá-li tudíž tepla, přibývá i expanse. *Gay Lussac* objevil v příčině této zákony následující: 1. Zahřejeme-li plyn, aniž by tím změnily se objem a hustota jeho, z 0° na 100° C , jest expanse jeho o $\frac{11}{30}$ původní velikosti větší, tak že, byla-li při 0° expanse e , jest při 100° C expanse $e + \frac{11}{30}e$. 2. Expanse přibývá teple poměrně; je-li tudíž zvýšením teploty o 100° C expanse plynu o $\frac{11}{30}e$ větší, přibývá jí zvýšením teploty o každý 1° C stejné mnoho, totiž $\frac{11}{30}e : 100 = \frac{1}{3000}e$.

Zákony rovnováhy vzdušín spravují se hlavně expanzí jejich. Poněvadž expanse par jinými zákony se řídí než expanse plynův, nutno rozdělití nauku o rovnováze vzdušín ve dva oddíly, z nichž první jedná o rovnováze plynův a druhý o rovnováze par.

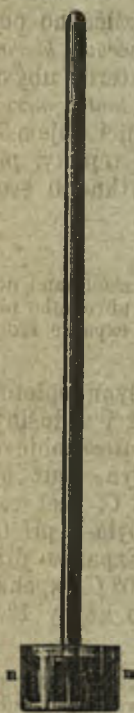
a) O rovnováze plynů.

207. Tlak vzduchu. Vzduch objímá zemi naši a jsa k ní poután tíží spolu s ní se otáčí.

Vrstvy blíže země se nalézající jsou *hustější*, jsouce stlačovány od vrstev ostatních, nad nimi se nalézajících. Majíce větší hustotu a tudíž i větší expansi tlačí níže umístěné vrstvy vzduchu rozpínavostí i vahou svou na každé tělo, s nímž se stýkají.

Velikost tlaku vzduchu měří se výškou sloupce čisté rtuti ve trubici asi 30" dlouhé a na jednom konci uzavřené. Trubice naplní se rtutí, uzavře se prstem, načež otvorem dolů se obrátí a svisně postaví do nádoby *nn* (obr. 275.), ve kteréž se nalézá taktéž rtuť, načež otvor se otevře. Dle zákona o nádobách spojitých měl by povrch rtuti ve trubici i v nádobě býti v stejné výšce; rtuť klesne však ve trubici jen *nepatrně hlouběji* a zůstává asi 28" nad povrchem v nádobě *nn* státi.

Obr. 275.



Nevnikl-li při pokusu žádný vzduch do trubice, jest prostor ve trubici nade rtutí vzduchu prázdný a zove se *prázno Torricellovo*, jakož i pokus ten *pokusem Torricellovým*, neboť objasnil pokusem tím *Torricelli* nejprvé tlak vzduchu.

Skloní-li se trubice, vystupuje v ní rtuť, aby stála vždy v též výšce, která měří se pak svisně, což děje se též u trubice tvaru jiného. Je-li trubice kratší, zůstane rtuťi naplněna.

Že sloupec rtuti nad povrchem jejím v nádobce *nn* ve výšce asi 28" se udržuje, vykládáme tím, že vzduch na rtuť v nádobce *nn* tlačí a na povrch rtuti ve trubici žádný tlak nepůsobí, kterým by tlak vzduchu na rtuť v *nn* působící se rušil.

1. Je-li trubice nahoře kohoutkem opatřena a otevřeme-li tento kohoutek, padá rtuť, vnikajícím vzduchem puzená, ve trubici až k povrchu rtuti v nádobě. 2. Vpustíme-li jen něco málo vzduchu pozorně do prázna *Torricellova*, klesá rtuť tou měrou, kterou přibývá vzduchu do prázna, na důkaz, že tlakem vnitřním ruší se část tlaku vnějšího. 3. Naplníme-li trubici vodou, udrží se tlakem vzduchu sloupec vody 32' vysoký nad hladinou, neboť *musí býti sloupec vody tolikrát vyšší, kolikrát jest měrná váha vody menší, než měrná váha rtuti.* — Poněvadž jest rtuť 13·6 hustší než voda, bude sloupec vody 28" × 13·6 = 380·8" t. j. téměř 32' vysoký. 4. Na vrcholi vysokých hor má sloupec rtuti menší výšku než na úpatí, neboť jest na vrcholi vzduch řídkší a proto tlak jeho menší.

Že rozpínavost vrstvy vzduchu, která povrchu rtuti v nádobě se dotýká, jest příčinou tlaku, jímž sloupec rtuti nad povrchem jejím v rovnováze se udržuje, o tom se přesvědčíme, uzavřeme-li nádobu *nn* neprodyšně. *Rtut zůstává pak ve trubici vždy v též výšce*; zahříváme-li neb ochlazujeme-li pak vzduch v nádobě *nn*, nabývá *větší* neb *menší* expanse a *rtuť pak ve trubici vystupuje* neb *padá*.

208. Tlakoměry. Pokusem Torricellovým seznaváme velikost tlaku vzduchu jen v době krátké. Chceme-li pozorovati, zdaž tlaku *přibývá* neb *ubývá*, aneb zdaž tlak *stejným* zůstává, musíme trubici připevniti a *stupnici* v palce a čárky aneb jinak rozdělnou opatřiti. Přístroj tak upravený nazývá se *tlakoměr* (barometr).

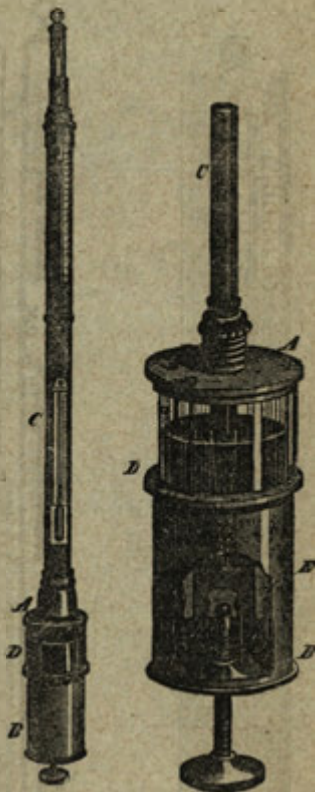
Začátečný bod stupnice má se dotýkati povrchu rtuti v nádobě, neboť se udržuje ve trubici tlakem vzduchu v rovnováze jen ona část sloupce, která stojí nad povrchem rtuti v nádobě. *Padá-li* totiž *rtuť* ve trubici, tož *vystupuje* v nádobě, a začátečný bod octne se pak *pod* hladinou rtuti; bude tudíž nutno *stupnici* ze rtuti *povytknouti* aneb nádobku níže *spustiti*, aby začátečný bod opět povrchu rtuti v nádobě se dotýkal. Není-li *stupnice* ani nádobka pohybliva, objeví se při *padání* rtuti ve trubici tlak vzduchu *větším* a při *stoupání* *menším* než skutečně jest. *Vadu* tuto lze však přiměřeným způsobem buď zcela zameziti, buď pokud možno zmenšiti.

Poněvadž u nás, vyjma případy neobyčejné, *rtuť* nejvýše do 29" vystupuje a nejhlouběji k 27" padá, bývá *stupnice* jen na hořejší části trubice.

a) *Tlakoměr Fortinův*. Má-li nádobka pohyblivé dno, jež lze zdvihati a spouštěti, aniž by *rtuť* z nádobky vytékala, můžeme povrch rtuti posouvnouti vždy ku začátečnému bodu stupnice. Tlakoměr takový sestavil *Fortin*.

Trubice *C* (obr. 276.) sahá otevřeným koncem do rtuti v nádobce *AB*, jejíž kožené dno šroubem se zdvihá neb spouští tak dlouho, až povrch rtuti začátečného bodu stupnice se dotýká. V tomto případě dotýká se pak kostěný neb ocelový bodec *a*, do víčka nádobky zapuštěný a nehybný, špičkou svou hladiny rtuti, což poznáváme, dotýká-li se špička bodce špičky

Obr. 276.



obrazu jeho, ve hladině rtuti jako v zrcadle vznikajícího. Abychom to mohli pozorovati, jest hořejší část nádoby *AD* skleněná.

Ve víčku nádoby jsou malé otvory, kterými vzduch do nádoby vniká, víčko jest pak na vnitřní straně povlečeno jirchou, jejíž průlinky vzduchu volného průchodu dopřávají, nedopouštějíce vytékati rtuti. Skleněná trubice vězí ve trubici mosazné, která má v hořejší části průlinu, aby bylo viděti stoupání a padání sloupce rtuťového. Na trubici mosazné vedlé průliny bývá vyryta stupnice. Při přenášení tlakoměru zdvihá se dno, aby rtuť celou trubici vyplnila a vzduch do Torricellova prázna vniknouti nemohl. Proto můžeme tlakoměr třeba i převrátiti, aniž by vzal škodu. Poněvadž rtuť teplem se roztahuje, bývá tlakoměr opatřen též teploměrem. Tlakoměr Fortinův, ježž možno přenášeti bez obavy, že se pokazí, slouží velmi dobře cestovatelům.

Obr. 277.



Obr. 278.



b) *Tlakoměr obecný.* Tlakoměr tvaru takového jako na obr. 277. nazývá se tlakoměrem *obecným* č. *domácím* aneb dle tvaru nádoby, ve kterou jest trubice rozšířena, též tlakoměrem *hruškovitým*. Poněvadž jest stupnice *nehýbnou*, má tlakoměr tento *vadu* výše vytknutou, t. j. *padá-li* rtuť ve trubici, jeví se tlak vzduchu *větším*, a *stoupá-li* rtuť ve trubici, jeví se tlak vzduchu *menším*, než skutečně jest. *Vada* ta jest tím menší, čím větší jest průměr nádoby.

Tlakoměru toho užívá se v domácnosti, aby změnami výšky sloupce rtuťového změny povětrnosti naznačoval. Ku pozorováním a pracím vědeckým se naprosto nehodí.

c) *Tlakoměr dvouramenný* liší se od předešlého tím, že otevřený konec trubice vzhůru se ohýbá a nádobku tlakoměru domácího nahraňuje (obr. 278.). Výška sloupce rtuťového měří se od povrchu rtuti v rameně otevřeném ku povrchu v rameně zavřeném, což děje se způsobem rozličným.

Stupnice aneb *trubice* posouvá se tak, aby začátečný bod stupnice a povrch rtuti v rameně kratším byly v též výšce, aneb bývá na stupnici bod naznačený nullou u prostřed a po obou stranách jeho jsou pak čísla stupnice v pořadí přirozeném. Výška sloupce určuje se pak součtem čísel, ku kterým

sahá povrch rtuti v rameně delším i kratším. — *Gay Lussac* upravil tlakoměr tak, že vrcholík rtuti v rameně kratším nalézá se kolmo pod vrcholíkem jejím v rameně delším (obr. 278.), tak že stupnice k oběma sloupcům těsně přiléhá a výška jejich zevrubně určiti se může.

209. Užívání tlakoměru. a) *Vlastnosti tlakoměru.* Má-li tlakoměr účeli svému dokonale vyhověti, jest nutně třeba:

1. Aby průměr světlosti trubice byl nejméně $1\frac{1}{2}$ " ; neboť ve trubicích vláskových rtuť se stlačuje (viz str. 31.) a proto níže stojí, než toho tlak vzduchu vyžaduje.

Porovnáme-li výšku sloupce rtuťového v tlakoměru *Fortinově* s výškou sloupce v tak zvaném *tlakoměru normálním*, jehož průměr světlosti nejméně 6" obnáší a který i v každém jiném ohledu jest dokonalý, tu shledáme, o mnoho-li stojí rtuť v tlakoměru našem níže, a rozdíl tento musíme pak ku pozorované výšce vždy *připočísti*, aneb, je-li možno, začátečný bod stupnice o tolik níže posouvnouti.

2. Rtuť musí býti *dokonale čistá* a *vzduchu prostá*.

Než rtuť do trubice dáváme, musíme ji dokonale vyčistiti, což děje se způsobem rozličným podlé toho, jakými příměsky jest znečištěna. Vzduch vypuzuje se ze rtuti vyváčením.

3. V *Torricellově* práznu nesmí býti ani vzduch ani vodní páry, jichž rozpínavostí by tlak vzduchu vnějšího z části se rušil.

Poněvadž rtuť během času se okysličuje a též vzduch pohlcuje, který pak až do *Torricellova* prázna postupuje, musí rtuť po uplynutí jisté doby znovu se vyvážeti.

4. Stupnice musí býti dokonale rozdělena a začátečný bod její musí býti na místě náležitém, o čemž již výše bylo pojednáno.

b) *Pozorování tlakoměru.* Při pozorování výšky rtuťového sloupce ve tlakoměru třeba šetřiti pravidel následujících :

1. Tlakoměr budiž po celý čas, pokud jej pozorujeme, svisně zavěšen.

2. Oko pozorovatele budiž ve stejné výšce s nejvyšším bodem vrcholíku sloupce rtuťového.

3. Před pozorováním musíme na trubici zaklepati, aby rtuť na stěnách lpějící od nich se oddělila.

4. Poněvadž rtuť teplem *se roztahuje* a tudíž sloupec rtuťový účinkem tepla *vyšší* bývá, než by byl pouhým působením tlaku vzduchu, musíme, porovnávajíce výšku sloupcův v tlakoměrech, hleděti i ku teplotě rtuti, pročež bývá s tlakoměrem spojen též teploměr.

c) *Užívání tlakoměru.* Tlakoměr slouží:

1. *Silozpytcům* ku mnohým *veledůležitým* pozorováním a pokusům.

2. *Ku pozorování povětrnosti.* Padání rtuti ve tlakoměru považuje se co znak povětrnosti vlhké, stoupání co znak povětrnosti suché,

ač mnohé bývají v té příčině výjimky. Náhlé padání rtuti oznamuje brzkou bouřku.

Změny výšky sloupce rtuťového jsou *pravidelné a nepravidelné*. U nás převládají změny nepravidelné tak velice, že pravidelných nesnadno pozorovati. Změny nepravidelné způsobují u nás proměny teploty a jimi vznikající proudění vzduchu. Jižní a jihozápadní větry jsou teplé a vlhké, ochlazují se u nás, rtuť padá — prší. Větry severní a severovýchodní jsou studené a suché, rtuť stoupá — povětrnost suchá, pěkná.

3. Z výšky sloupce rtuťového v tlakoměru lze vypočísti tlak vzduchu v určitém místě na plochu určité velikosti.

Je-li výška rtuťového sloupce 28", tlačí vzduch na 1□" asi 12½ lib. a na 1□' 1788 lib. 21 loty. Z toho lze vypočísti tlak, který působí na povrch těla našeho a kterého necítíme, poněvadž i uvnitř v těle jsou vzdušiny téhož napnutí, jímž tlak vzduchu se ruší. Na vysokých horách cítíme unavení, poněvadž rovnováha obou tlakův se ruší. Tlakem vzduchu udržují se kosti ramenní a stehenní v dutinách lopatek a pánvice.

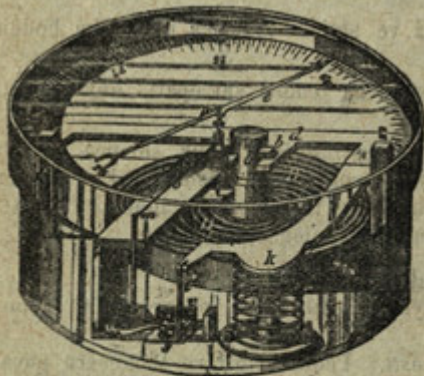
4. Tlakoměr slouží vhodně *ku měření výšky hor*, neboť ubývá vzduchu hustoty a tudíž i expanse čím dále od země tím více, pročež z výšky rtuťového sloupce tlakoměru, pozorovaného na úpatí hory aneb na hladině mořské a současně na vrcholu hory, lze rozdílnou expanzí vzduchu na obou místech seznati a tudíž i vzdálenost jednoho místa od druhého, t. j. *výšku hory* vypočísti.

210. Tlakoměry kovové č. aneroidy liší se podstatně od tlakoměrův výše popsaných.

Aneroid Naudetův, jinak *baromètre holoréstique* zvaný, skládá se z bubínku DD_1 (obr. 279.) asi ¼" vysokého, jehož hořejší víčko jest velmi tenké, pružné a v soustředných kruzích vlnitě zprohybané. Bubínek jest dolejší dnem svým na sloupku v pouzdře upevněn. Z bubínku vyčerpá se vzduch pokud možno, načež otvor jeho i neprodyšně se uzavře. Větším neb menším tlakem vzduchu vnějšího se prohybá víčko D víc neb méně do vnitř bubínku a pohyb ten převádí se citlivým ústrojím velmi značně (asi 800krát) zvětšen na ručičku e , která na stupnici zkusmo určené velikost tlaku vzduchu ukazuje.

Aneroidy slouží zvláště vhodně vzduchoplavcům

Obr. 279.

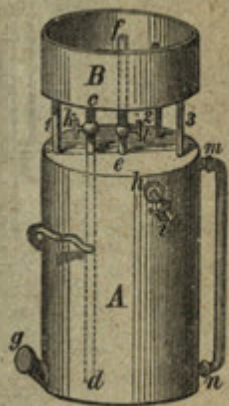


211. Stroje, přístroje a náčiní, zakládající se v tlaku vzduchu, jsou velmi rozmanité a k rozličným účelům potřebné.

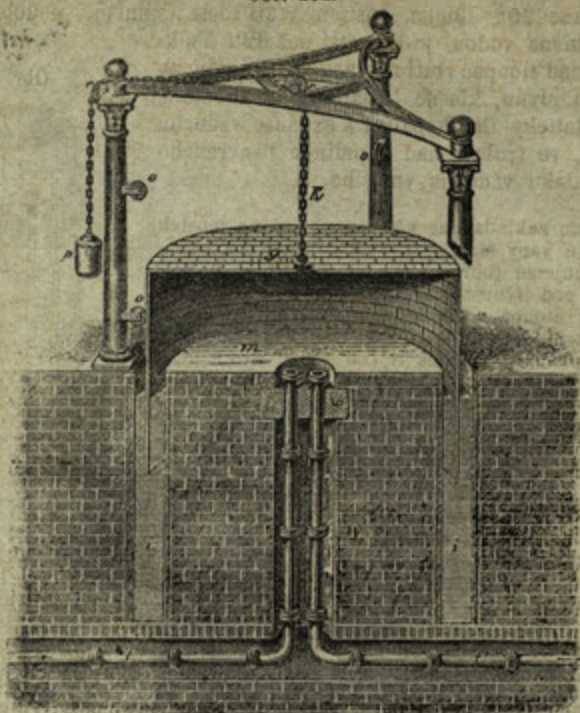
a) Uživeme-li ku zkoušce Torricellově (obr. 275.) trubice kratší, ku př. pouze 25" dlouhé, zůstane rtuť zcela naplněna; podobně zůstane zcela naplněna vodou, je-li kratší než 32'. Vnikne-li pak nad sloupec rtuť neb vody něco vzduchu neb jiného plynu, klesne kapalina tak hluboko, až hydrostatický tlak kapaliny a expanse vzduchu neb plynu, ve trubici nad kapalinou uzavřeného rovná se tlaku vzduchu vnějšího.

V tom zakládají se *plynojemy*, jež na mostek pneumatické vany stavíme a vodou neb jinou kapalinou naplňujeme (obr. 42. na str. 62.). Plyn nahromaďující se pod otvorem mostku, nad nímž nádoba jest přiklopena, stoupá v bublinách vzhůru do nádoby a vytlačuje z ní kapalinu. — *Plynojem Pepy-ho* (obr. 280.) jest plechová nádoba *A*, se všech stran uzavřená, na níž spočívá na sloupcích 1, 2, 3 nádoba *B*, nahoře otevřená. Trubice *cd* ústí hořejším koncem *c* v otvoru na dně nádoby *B* a sáhá dolejším koncem *d* téměř až ke dnu nádoby *A*; trubice *ef* ústí dolejším koncem *e* v otvoru svrchní stěny nádoby *A* a vyčnívá hořejším koncem *f* z nádoby *B*. Nádoba *A* má ve stěně blíže dna trubici *g*, která, jsouc poněkud vzhůru zahnutá, se stěnou ostrý úhel svírá a zátoku se uzavírá; při svrchní stěně nádoby *A* jest pak trubice *h*, která kohoutkem *i* se uzavírá. Zavřeme-li trubici *g*, otevřeme-li kohoutky *i*, *k*, *l* a nalijeme-li do *B* vody, teče tato trubici *cd* do *A* a trubicemi *ef* a *h* uniká z *A* vzduch. Je-li pak nádoba *A* vodou zcela naplněna, uzavrou se kohoutky *i*, *k*, *l* a nádoba postaví se do vody tak hluboko, aby otvor *g* byl pod vodou, načež otvor *g* se otevře a trubice, kterou plyn se přivádí, do otvoru *g* se vsouvne. Plyn stoupá v nádobě *A* vzhůru a vytlačuje vodu, která kolem trubice plynovodní otvorem *g* vytéká. Je-li v *A* náležitě množství plynu, uzavře se zátka otvoru *g*. Chceme-li pak plyn z nádoby *A* převáděti, otevřeme kohoutky *i* a *k*. Voda teče trubici *cd* do *A* a puď trubici *h*, ku které jinou trubicí lze připojiti, plyn do příslušné nádoby. Skleněná trubice *mn*, s nádobou *A* spojitou nádobou skládající, naznačuje výšku vody v nádobě *A*; je-li nádoba *A* skleněná, není trubice *mn* třeba. — *Plynojem v plynnárnách* užívaný záleží v příklopu *g* (obr. 281.), ze železného plechu zhotoveném, který vahou svou potápí se ve vodě *ii*. Trubicí *t* přivádí se plyn pod příklop, ježž expansí svou zdvihá, a trubicí *t'* se odvádí. Otvory obou trubic zůstávají vždy nad povrchem vody. Aby váha příklopu přiměřeně mohla se upraviti, zavěšuje se na řetěz *k*, s příklopem *g* spojený a na kladkách *rr'* spočívající, přiměřeně závaží *p*. — Naplníme-li sklenici, ježž otvor jest přibroušen, zcela vodou, přikryjeme-li pak otvor papírem, těsně k němu přiléhajícím a obrátíme-li sklenici otvorem dolů, nevytéká z ní voda. Postavíme-li pak sklenici takto na stůl a vytáhneme-li pozorně papír, zůstává voda ve sklenici. — *Kouzelné síto* jest láhev, mající hrdlo úzké a ve dně mnoho otvorův, tak že dno sítu se podobá. Ponoříme-li láhev do vody, naplní se zcela vodou, uzavřeme-li pak hrdlo neprodyšně palcem, můžeme vodu v láhvi přenášeti, aniž by sítovitým dnem vytékala. Otevře-li se hrdlo, vytéká voda sítovitým dnem ve způsobu deště. Láhve takové lze užívatí výhodně ku kropení květin. — *Kouzelná nálevka* (obr. 282.) záleží ve dvou nálevkách, z nichž vnitřní poněkud menší vězí ve vnější tak, že mezi oběma zůstává prostor, do něhož vede s hůry blíže rukověti malý otvor *a*, ježž lze palcem uzavříti. Ponoříme-li nálevku do kapaliny, naplní se i prostor mezi oběma nálevkami kapalinou, která vzduch otvorem *a* ze prostoru vypudila. Uzavřeme-li pak *a* palcem, zůstává kapalina mezi oběma nálevkami a vytéká z nálevky zdánlivě prázdne po částích, když otvor *a* se pootevře, aby něco

Obr. 280.



Obr. 281.



Obr. 282.



vzduchu s hůry do prostoru mezi nálevkami vniklo. — *Kouzelný pohár* má tutěž upravu jako kouzelná nálevka. Záleží ve dvou nádobách, mezi nimiž jest prostor, do něhož vedou dva otvory, a sice malý otvor na dně vnitřní nádoby a druhý malý otvor blíže rukověti, jež palcem lze uzavřítí. Nalijeme-li do vnitřní nádoby kapaliny, naplní se i prostor mezi nádobami kapalinou; uzavřeme-li pak hořejší otvor palcem a vylejeme-li kapalinu, jest nádoba zdánlivě prázdná, pootevřeme-li pak hořejší otvor, vytéká z prostoru mezi nádobami něco kapaliny, tak že opět lze z nádoby kapalinu nalévatí. — *Kouzelná láhev*, z níž kejklíři, ač jest zdánlivě prázdná, i více rozličných kapalin nalévají, má prostor mezi nádobou vnitřní a vnější přehrádkami rozdělený ve více dutin, z nichž každá má dva příslušné otvory, totiž jeden na dně vnitřní láhve a druhý nahore v hrdle láhve. Každá dutina naplní se jinou kapalinou a otevřeme-li pak v hrdle jeden neb více otvorův, lze z láhve příslušnou kapalinu, aneb i směs více kapalin nalévatí. — *Zdroj občasný* znázorňuje obr. 283. Je-li postranní otvor *o* ve trubici otevřen, vniká trubicí do nádoby *A* vzduch a voda vytéká trubicemi *a*, *b*, *c*, *d* do nádoby *B*. Poněvadž malým otvorem *o'* z *B* mnohem méně kapaliny vytéká, než jí shora přitéká, vystoupí voda v brzku v *B* tak vysoko, že otvor *o* pod vodou se octne, čímž stoupání vzduchu do nádoby *A* se zamezí, pročež voda ze trubic *a*, *b*, *c*, *d* vytékati přestává. Odtéklo-li otvorem *o'* tolik kapaliny, že otvor *o* opět jest nad povrchem jejím, počíná výtok z nádoby *A* poznovu. — V *kalamáři*, jež znázorňuje obr. 284., přitéká z nádoby *N* nahore uzavřeně do otevřené

trubice *t* inkoust teprv pak, když v trubici klesl tak hluboko, že může něco málo vzduchu do uzavřené nádoby vystoupiti. — *Kalamár Wedgwoodův* má kromě nálevkovitého otvoru prostředního *o* (obr. 285.) ještě malý otvor, který se uzavírá neprodyšně zátkou *z*. Vytáhneme-li zátku *z* a nalijeme-li nálevkovitým otvorem inkoust do kalamáře, postaví se v nádobě i nálevkovitým otvorem stejně vysoko. Uzavřeme-li pak malý otvor, můžeme část inkoustu z nálevky vylíti. Pootevřením malého otvoru, jimž část vzduchu do

Obr. 283.



Obr. 284.



Obr. 286.



Obr. 285.



Obr. 287.



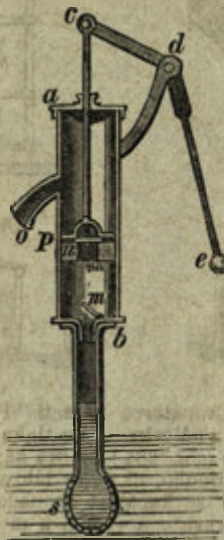
vnitř vniká, lze inkoust v jakékoliv výšce v nálevce udržeti. Převrhne-li se kalamár tento, vytéká inkoust vždy toliko z nálevky. — Ve tlaku vzduchu spočívá úprava *rovnoměrného výstoku*. Z láhve *a* (obr. 286.) vytéká kapalina do nálevky *n*, v níž papírem se procezuje, tak dlouho, až otvor láhve octne se pod povrchem kapaliny v nálevce. Procedila-li se kapalina do nádoby *b*, klesne povrch její v nálevce, vzduch vnikne do láhve *a* a vypudí z ní opět část kapaliny, tak že v nálevce stojí vždy stejně vysoko. — *Rovnoměrný přítok oleje o* ke knotům lze dle předcházejícího a dle zákona o nádobách spojených z obr. 287. snadně vyložiti.

b) Postavíme-li trubici, v níž píst, neprodyšně ku stěnám přiléhající, až k dolejšímu konci byl stlačen, do nějaké kapaliny a vytáhneme-li pak píst vzhůru, tož vniká kapalina tlakem vzduchu vnějšího do prostoru vzduchoprázdného pod pístem a stoupá ve trubici tak vysoko, až hydrostatický tlak sloupce kapaliny tlaku vnějšího vzduchu se vyrovná. Zůstane-li pod pístem něco vzduchu, zředuje se tento vytažením pístu a expanse jeho *ubývá*, pročež *větším* tlakem vnějšího vzduchu kapalina opět ve trubici stoupá tak dlouho, až hydrostatický tlak sloupce kapaliny a expanse vzduchu ve trubici zředěného rovnají se tlaku vzduchu vnějšího.

V tom zakládá se úprava známé *stříkačky ruční*, záležející v jednoduché trubici, dole zúžené, v níž píst neprodyšně ku stěnám přiléhající se pohybuje. Ponoříme-li trubici do vody a vytáhneme-li píst, naplní se stříkačka vodou, stlačíme-li úsilně píst, vystřikuje voda ze stříkačky. — *Pumpa*

na zdviž (ob. 288.) jest trubice *ab*, dolejším zúženým koncem do vody ponořená, v níž pohybuje se píst *P*, neprodyšně ku stěnám přiléhající, pákou *ode*, mající osu v *d*. Vytáhneme-li píst *vzhůru*, zvětší se objem vzduchu pod pístem uzavřeného, který se tudíž zředí, pročež expanse mu ubývá. Záklopka *n*, uzavírající otvor v pístu, zůstane *větším tlakem* vnějšího vzduchu uzavřena, hustší vzduch pod záklopkou *m*, máje větší expanzi, otevře pak záklopku *m* a vnikne pod píst. Tím zředí se vzduch pod záklopkou *m* a tlakem vnějšího vzduchu vnikne voda, procezuje se sítím *s*, do prostoru pod záklopkou *m*. Stlačí-li se píst *P* dolů, zhustí se vzduch pod ním, uzavře zvětšeným tlakem svým záklopku *m*, otevře záklopku *n* a část jeho unikne do vzduchu vnějšího. Vytáhne-li a stlačí-li se píst po druhé, po třetí atd., stoupá voda ve

Obr. 288.



Obr. 289.



trubicí vždy výše a výše, až konečně, když všechen vzduch pod pístem se vypudil, dostoupí voda k pístu. Stlačí-li se píst dolů, vychází voda, uzavřeví záklopkou *m* a otevřeví záklopku *n*, nad píst a zdvihá se pak pístem až k otvoru *o*, jímž vytéká. Poněvadž stoupá voda v pumpě pouze tlakem vzduchu, jímž sloupec vody asi 32' vysoký v rovnováze se udržuje, nelze vodu pumpou na zdviž zdvihati výše než 32'. V pumpách obyčejných bývá píst od povrchu vody v nádrži pouze 20' nejvýše 25' vzdálen. R. 1643 vyložil Torricelli svou zkoušku, o níž v odst. 207. bylo pojednáno, že voda, dostihnoucí v pumpě na zdviž výšky téměř 32', výše stoupati nemůže. — *Pumpa na tlak* (obr. 289.) liší se od pumpy na zdviž tím, že nemá v pístu *P* žádného otvoru. Vytahuje-li se píst vzhůru, otevírá se záklopkou *m* i vniká pod píst nejprve vzduch, pak voda, jako u pumpy předcházející; stlačuje-li se píst dolů, uniká nejprve vzduch, později voda, otevírajíc záklopku *n*, do trubice *T*, v níž stoupá *tlakem pístu*, pročež lze ji zdvihati do výše jakékoliv, je-li jen síla, kterou píst se stlačuje, přiměřeně veliká. — *Náoska rovná* (obr. 290.) jest trubice v hornější části v báníku *b* rozšířená a nad báníkem opět zúžená v otvor *o*, jež palcem lze uzavřítí. Ponoříme-li trubici dolejším koncem *a* do kapaliny a vyssajeme-li otvorem *o* ze trubice a báníky vzduch, vniká kapalina tlakem vzduchu do trubice, kterou až k otvoru *o* naplní, když všechen vzduch jsme

vyssáli. Uzavřeme-li pak otvor *o* palcem, můžeme kapalinu v násosce přenášeti, aniž by vytekla. Otevřeme-li otvor *o*, vytéká kapalina do nádoby pod násosku postavené. Podobně jest upravena *pipetta*, která má hořejší otvor *o* širší, pružnou blánou uzavřený, a dolejší otvor *a* velmi úzký. Stlačíme-li blánu, unikne něco vzduchu ze trubice, ponoříme-li pak trubici dolejší otvorem *a* do kapaliny a přestaneme-li blánu stlačovati, rozšíří se vzduch ve trubici pozůstalý ve větším prostoru, čímž se zředí a expanse mu ubývá, pročež *větším tlakem* vzduchu vnějšího něco kapaliny do trubice vnikne a v ní přenášeti se může. Kapalina vypudí se pak z trubice opětým stlačením blány.

Obr. 290.



Obr. 291.



c) Vložíme-li ohnutou trubici *acb* (obr. 291.) kratším ramenem do kapaliny a vyssajeme-li otvorem *b* z ní vzduch, naplní se trubice kapalinou, kteráž z ní otvorem *b* vytéká tak dlouho, pokud povrch kapaliny *mn* stojí nad otvorem *a*. Poněvadž povrch kapaliny *mn* a otvor *b* jsou ve výškách málo od sebe rozdílných, jest tlak vzduchu na povrch *mn* a na otvor *b* téměř zcela stejný. Tlaku vzduchu na povrch kapaliny *mn* odporuje však hydrostatický tlak sloupce kapaliny *ca*, jehož výška jest *cf*, tlaku vzduchu na otvor *b* odporuje hydrostatický tlak sloupce též kapaliny *cb*, jehož výška jest *cg*. Poněvadž jest hydrostatický tlak vyššího sloupce též kapaliny *cb* větší, zruší se u *b* větší část tlaku vzduchu než u *mn*, zbývá tudíž na *mn* tlaku vzduchu více a proto vytéká kapalina otvorem *b*, zanechávajíc za sebou prostor, do něhož ihned opět tlakem vzduchu na *mn* kapalina se pučí, pročež kapalina tak dlouho vytéká, pokud jest otvor *a* do ní ponořen. Rameno *cb* může býti tak dlouhé jako *ca*, ano i kratší, ale otvor *b* musí býti níže než povrch kapaliny v nádobě, má-li kapalina otvorem *b* vytékati.

Přístroj právě popsaný nazývá se *násoska ohnutá* a slouží ku převádění kapaliny z jedné nádoby do druhé. — Poněvadž z násosky ohnuté vzduch tak dlouho vyssává se musí, až kapalina otvorem *b* vytékati počíná, vniká při vyssávání vzduchu vždy něco kapaliny do úst. Ku převádění kyselin, žiravin aneb jedovatých kapalin spojuje se *násoska ohnutá* s *násoskou rovnou* (obr. 292.). Otvor *b* uzavřeme, otvorem *o* vyssáváme pak vzduch, až kapalina téměř k otvoru sahá, načež vzduch vyssáváti přestaneme a otvor *b* otevřeme. — Nalijeme-li do poháru *P* (obr. 293.) kapaliny tak vysoko, že povrch její octne se nad nejvyšším místem ukryté násosky *a*, jejíž otvor *b* ve dnu ústí, vytéká kapalina násoskou z poháru; jeli povrch kapaliny stejně vysoko s *a*, vytéká kapalina teprv pak, když pohár k straně kratšího ramene ná-

Obr. 293.



Obr. 292.



nosky poněkud se nahne. Pohár ten nazývá se *pohárem Tantalovým*. *) — Tak vysvětluje se též vznik *občasných pramenů*, jež násoskou ohnutou, od přírody vytvořenou, vytékají z nádrží, když voda v nádrži nad obyč. násosky vystoupila. — Tak lze též vyložiti přítok a odtok vody v *jezeře Cirknickém*, do něhož vody nadzemními i podzemními přítoky přibývá, a z něhož voda více než 400 pozeradly, ohnutým násoskám se podobajícími, odtéká.

d) Zvětší-li se expanse vzduchu, uzavřeného nad vodou v tak zvané *Heronově báni*, obr. 294. znázorněné, tak že jest expanse vzduchu uzavřeného větší, než vzduchu vnějšího, tož pudí uzavřený vzduch tlakem svým vodu ze trubice tak úsilně, že úzkým otvorem hořejším vysoko vystřikuje. Expanse vzduchu v báni zvětšuje se tím, že trubicí téměř až ke dnu sáhající, prostrčenou neprodyšně zátkou, která hrdlo bánky neprodyšně uzavírá, do báně vzduch úsilně se nafouká a nad vodou se zhuští aneb že vzduch v báni se zahřívá.

Heronovo zřídlo lze ze dvou láhví a tří trubic sestrojiti tak, jak je znázorňuje obr. 295. Lijeme-li trubicí *ab* vodu do láhve *C*, uniká z ní vzduch trubicí *de* do Heronovy báně *G*, kdež se zhušťuje a zvětšenou expanzí svou vodu trubicí *h* vypuzuje — *Láhev střkač*, již užívají lučebníci, jest Heronova báně, jejíž zátkou prostrčeny jsou dvě trubice (obr. 296.). Trubicí *ad* zhušťuje se v láhvi vzduch a trubicí *cd* vystřikuje voda. — *Střkačka* *vozní* (obr. 297.) záleží ve dvou pumpách na tlak *ee*, v nichž pohybují se písty *ff*.

Obr. 294.



Obr. 296.



Obr. 295.

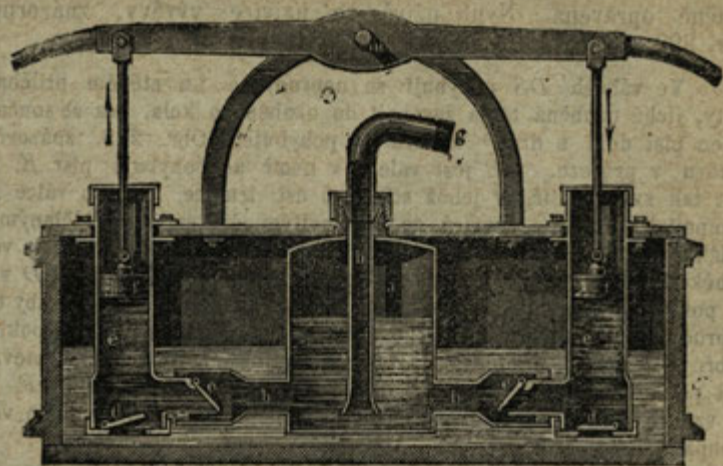


Pomocí páky zdvihá se jeden píst a stlačuje se druhý současně. Pohybují-li se písty směrem šipkami naznačeným, tož jest v *levo* dolejší záklopka *d* otevřena a voda stoupá pod píst; záklopka *c* jest pak uzavřena. V *pravo* stlačuje se píst dolů, záklopka *d* jest zavřena a záklopka *c* otevřena, pročež trubicí *b* vniká voda do Heronovy báně *a*, která *větrný kotel* se nazývá. Zhuštěný vzduch vypuzuje pak úsilně vodu trubicí *h*, ku které u *g* užší ohebná trubice se přišroubuje.

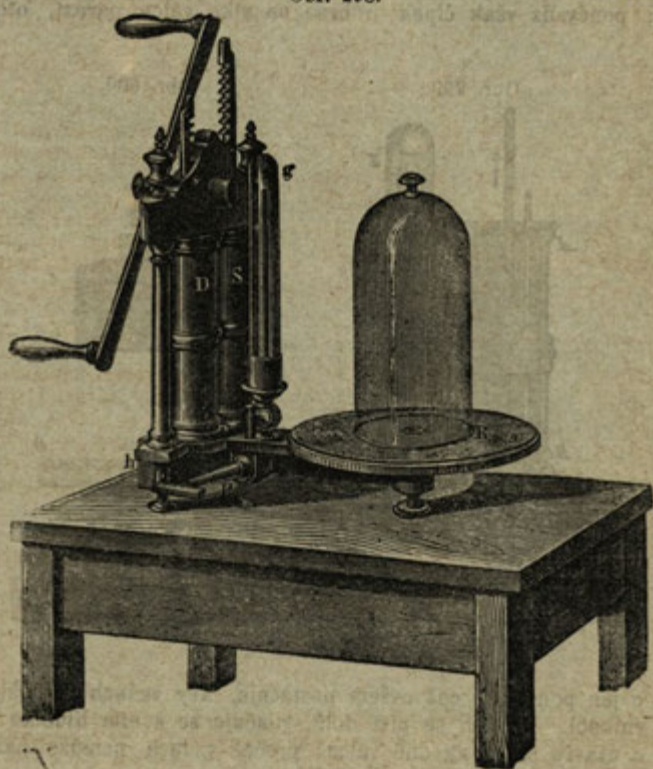
212. *Vývěva*. Přístroj, sloužící ku zředování vzduchu nazývá se *vývěva*. První vývěvu sestrojil *Děvinský*

*) *Tantalus*, král řecký, dle bájesloví odsouzen za provinění svá, aby stál v podsvětí ve vodě, trápen žízni a nemoha jí ústy dosáhnouti, poněvadž ustoupila voda hned, kdykoliv napíti se chtěl.

Obr. 297.



Obr. 298.



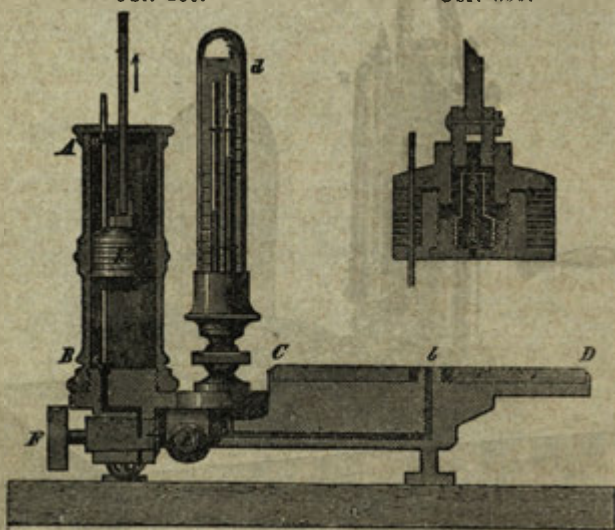
purkmistr *Otto Guericke* roku 1650. Od té doby byla vývěva značně opravena. Nyní užívá se nejvíce vývěvy, znázorněné obr. 298.

Ve válcích *DS* pohybují se neprodyšně ku stěnám přiléhající písty, jichž ozubená táhla zasahají do ozubeného kola, tak že současně jeden píst dolů a druhý nahoru se pohybuje. Obr. 299. znázorňuje vývěvu v průřezu. *AB* jest válec, v němž se pohybuje píst *K*, *CD* jest tak zvaný talíř, v jehož středu *b* ústí trubice, u *c* do válce *AB* vstupující. Otvor *c* uzavírá se kuželovitým čípkem *c*, přidělaným na bidélku *ac*, které pístem neprodyšně prochází a otvorem ve víku válce poněkud vyniká, majíc zrovna pod víkem čípek *a*. Na talíř *CD* stává se poklop *R* (obr. 298.), pod nímž chceme vzduch zřediti; aby talíř neprodyšně k talíři přiléhal, jest talíř jakož i okraj talíře poklopu dobře přibroušen a uhlazen. Je-li kohoutek *E* (obr. 299.) otevřen, jest poklop trubici *bc* spojen s oběma válci pomocí kohoutku *F*, tak že vzduch z poklopu střídavě hned do jednoho hned do druhého válce stoupá.

Vytáhne-li se píst vzhůru, zdvihá se s ním též bidélko *ac* (obr. 299.); poněvadž však čípek *a* brzo na víko válce narazí, otevře se

Obr. 299.

Obr. 300.



čípek *c* jen poněkud, což ovšem postačuje, aby vzduch z poklopu do válce vniknul. Tlačí-li se píst dolů, stlačuje se s ním bidélko dolů a čípek *c* uzavře otvor na dně válce, pročež vzduch nemůže nazpět do

poklopu se vrátiti. Vzduch pod pístem stlačený otevře pak zámyčku slabým pružným pérem na otvor v pístu přitlačenou (obr. 300.) a uniká otvorem tím do vzduchu vnějšího. Při každém vytažení pístu vzhůru, zaujme vzduch, který jest v poklopu, prostor poklopu a spolu i válce, čímž objem jeho se zvětší a tudíž hustota se zmenší. Poněvadž vzduch z válce nazpět do poklopu se nevrací, jest hustota vzduchu po každém následujícím vytažení a stlačení pístu vždy menší. Úplně nelze však vzduch z poklopu vyčerpati, poněvadž vždy jen část vzduchu do válce přichází, část pak vždy v poklopu zůstává.

Aby bylo lze pozorovati, jak dalece byl vzduch v poklopu již zředěn, spojuje se s vývěvou *skrácený tlakoměr*. S trubici, jdoucí od talíře, jest spojen malý příklop, v němž jest *skrácený tlakoměr* (*g* obr. 298. a *d* obr. 299.). V příklopu tom má vzduch tutéž hustotu a expansi jako v poklopu na talíři. Spočátku vyplňuje rtuť uzavřené rameno *skráceného tlakoměru* zcela, po dalším zředění pak v ramene tom padá a v otevřeném stoupá. Čím menší jest pak rozdíl výšky sloupcův v obou ramenech, tím více jest vzduch zředěn. Z rozdílu toho možno tlak a tudíž i hustotu vzduchu zředěného u přirovnání k hustotě vzduchu vnějšího snadně vypočísti. — Ukazuje-li ku př. *skrácený tlakoměr* tlak 1·5^{'''} vzduchu zředěného, jehož hustota jest *h*, a je-li *H* hustota a 27^{'''} 6^{'''} tlak vzduchu vnějšího, tož mají se hustoty jako tlaky, t. j. $h : H = 1·5''' : 330''' = 15 : 3300$ čili $h : H = 1 : 220$, z čehož $h = \frac{H}{220}$, t. j. vzduch v poklopu jest 220krátě řídký než vzduch vnější.

Ve válci vývěvy zůstává mezi pístem a záklopkou šipkovitou malý prostor, jež píst, ač byl co nejníž stlačen, vyplniti nemůže. V prostoru tom zůstává pak část vzduchu, mající hustotu vzduchu vnějšího. Vytáhneme-li pak píst vzhůru, vyplní nejprvé tento vzduch celý válec, čímž ovšem silně se zředí. Je-li však hustota jeho potom *rovna hustotě vzduchu v poklopu zředěného*, nebude vzduch z poklopu do válce vnikati, čímž další zředování jest zamezeno. Prostor ten, jímž zředování vzduchu se omezuje, zove se *prostorem škodlivým* a bývá u vývěv dokonalejších z příčin právě vytknutých co možná nejmenší, neboť lze zřediti vývěvou vzduch tak, že hustota jeho jest tolikrátě menší než hustota vzduchu vnějšího, kolikrátě objem škodlivého prostoru jest menší než objem válce i se škodlivým prostorem dohromady.

Babinet upravil kohoutek *F* (obr. 299.), jehož otvory vzduch z poklopu do obou válců se rozvádí, tak že při určité poloze kohoutku jedním válcem vzduch z poklopu a druhým válcem vzduch ze škodlivého prostoru prvního válce se čerpá, pročež vzduch silněji lze zřediti.

Zkoušky vývěvou konané jsou velmi rozmanité; vývěva jest netoliko fysikům a lučebníkům nutně potřebná, nýbrž slouží i v životě obecném k rozmanitým účelům.

a) Ve prostoru, v němž byl vzduch zředěn, jeví se rozpínavost vzduchu zcela patrně.

Měchýř dobře uzavřený, jen málo vzduchu obsahující, nadýmá se pod poklopem vývěvy rozpínavostí vzduchu v něm obsaženého, když vzduch pod

poklopem se zředil. Podobně nadýmají se scvrklá jablka a scvrklé švestky, poněkud navlhčené. — Z průlinek těles pevných i kapalných uniká pod poklopem vývěvy vzduch, z piva kyselina uhličitá atd. — Z Heronovy báně vytryskuje pod poklopem voda.

Obr. 301.



b) Čím více zředíme vzduch, tím patrněji jeví se tlak vzduchu vnějšího.

Poklop, pod nímž byl vzduch zředěn, přiléhá pevně k talíři. — Děvínské duté polokoule (obr. 301.) neprodyšně k sobě přiléhající, lze jen velikou silou od sebe odtrhnouti, když vzduch uvnitř nich se zředí a kohoutek se uzavře. — Napneme-li na dutý mosazný válec měchýř, postavíme-li jej na talíř vývěvy a zředíme-li pod ním vzduch, trhá se měchýř tlakem vzduchu; podobně roztrhne se skleněná deska na válec shora přiléhající. Je-li válec uzavřen nahoře dřevěnou nádobkou, do níž dána rtuť, protlačuje se rtuť průlinkami dřeva co jemný déšť.

c) Klesání rtuti ve skráceném tlakoměru vývěvy jest důkazem, že rtuť v tlakoměru pouze tlakem vzduchu v jisté výšce se udržuje.

d) Vývěvou lze dokázati, že vzduchu k dýchání, hoření a rozvádění zvuku nutně třeba.

Zředí-li se značně vzduch, hynou živočichové pod poklopem, světlo sháší a zvuku není slyšeti.

e) Zředíme-li dostatečně vzduch ve vysokém válcovitém poklopu, padají všechna tělesa, s hůry poklopu spuštěná, stejně rychle dolů, což důkazem, že země všechna tělesa stejnou silou přitahuje.

f) Ubývá-li pod poklopem hustoty a tudíž i tlaku vzduchu, vaří se pod poklopem kapaliny při menší teplotě.

Éther vaří se pod poklopem, jak mile vzduch jen poněkud se zředil, a vypařuje se tak rychle, že mrzne voda v misticce kovové, do étheru postavené, poněvadž éther úsilně se vypařující jí teplo odnímá.

Vývěvy užívá se v lučebnách, papírnách, atd., k rychlejšímu napouštění těles barvivem, k navlhčování papíru, k rychlému vysušování tkanin atd. Zvláště důležitou jest vývěva v cukrárnách, kdež slouží k tomu, aby šťáva řepová při menší teplotě se zavářela, čehož docílí se, když z kotle, v němž šťáva se zaváří, vzduch a vodní páry, varem šťávy zplozené, se vyčerpávají.

213. Hustilka č. vývěva zhušťovací liší se od vývěvy zředovací pouze tím, že při vytahování pístu otevírá se záklopka v pístu a válec vzduchem se naplňuje; při stlačování pístu otevírá se pak záklopka na dně válce, aby do poklopu, který musí býti silný a na talíři připevněný, vzduch se tlačil a tím se zhustil.

Nejčastěji zhušťuje se vzduch vývěvou jednoduchou, již znázorňuje obr. 302. Jest to trubice, která má na dně záklopku o a nahoře

po straně otvor r , jímž vzduch do vnitř vniká, když byl píst až nahoru vytažen. Stlačí-li se píst dolů, zhušťuje se pod ním vzduch, otevírá záklopku o a vniká do nádoby, která byla ke trubici dole u ss přišroubována.

Obr. 302.

Vývěva zhušťovací má též prostor škodlivý, jímž zhušťování vzduchu jest omezeno. Stlačí-li se vzduch, který válec naplnil, pístem do škodlivého prostoru a je-li v něm pak hustota tatáž jako hustota vzduchu v nádobě pod záklopkou o , tu neotevře se již více záklopka a zhušťování přestává. Je-li V objem válce i se škodlivým prostorem a v objem škodlivého prostoru, lze vzduch zhustiti jen potud, aby hustota jeho byla $\frac{V}{v}$ krát větší než hustota vzduchu vnějšího.

Hustilky užívá se při větrovce, t. j. ručnici, v jejíž duté pažbě vzduch se zhušťuje. Spouští ručnice otevírá se záklopka, vzduch vyráží úsilně z pažby ven a vypuzuje kulku, kterou byla větrovka nabita. — Hustilkou lze též zhušťovati vzduch v bání Heronově, je-li tato k tomu účeli zvláště upravena.

214. Váha a hustota vzdušin. Naplníme-li bání (obr. 303.), jejíž objem nejméně 300 k'' obnáší, vzduchem neb jiným plynem, uzavřeme-li ji a zvažíme-li ji, vyčerpáme-li vývěvou z bání vzdušinu, pokud možno, a zvažíme-li bání opět, jeví se bání lehčí, což důkazem, že má vzduch jakož i vůbec každá vzdušina jistou váhu. Prostou váhu vzduchu v bání uzavřeného lze vypočísti. Dělíme-li prostou váhu vzduchu v bání obsaženého objemem bání, krychlovými palci vytknutým, vypočteme váhu jednoho krychlového palce č. měrnou váhu vzduchu.

Obr. 303.

Takovým způsobem bylo shledáno, že 1 k'' vzduchu při teplotě 0° a tlaku 760 millimetrův (28 $''$ 4 $'''$) váží 0.326 gránů, tudíž 770kráté méně, než voda při teplotě 0°.

Při stanovení hustoty vzdušin běře se hustota vzduchu za jednotku, i jest tudíž hustota plynu H podíl z váhy plynu P v bání obsaženého a váhy vzduchu p téhož objemu, tak že $H = \frac{P}{p}$.

Vypočtená hustota a měrná váha plynu musí se vždy převáděti v ony, jež by měl plyn při teplotě 0° a tlaku 760 mm .

215. Plování ve vzduchu. Poněvadž jest vzduch těžký, jest i ve vzduchu jako v kapalině každé tělo tlačeno vzhůru silou, která se rovná váze vzduchu téhož objemu, jaký má tělo, i pozbývá tudíž každé tělo i ve vzduchu zdánlivě tolik váhy, kolik váží vzduch tělem ze prostoru vytlačěný.

Váha těla ve vzduchu jest pouze tenkráté pravá, když objem těla a objem závaží jsou stejné. Čím větší jest rozdíl objemův a čím větší hustota vzduchu, tím větší je rozdíl váhy těla a váhy závaží.

Má-li ku př. tělo objem 10kráté tak veliký jako závaží, s nímž jest na vahách v rovnováze, pozbývá tělo zdánlivě 10kráté tolik své váhy, kolik pozbývá své váhy závaží, z čehož patrně, že ve vzduchu silně zředěném aneb ve prostoru vzduchoprázdném jevílo by se tělo poněkud těžší než závaží. — Skleněná bábka (obr. 304.) jest se závažím na druhém konci vahadla zavěšeným v rovnováze. Dá-li se přístroj ten pod poklop vývěvy, v němž vzduch se zředí, jeví se bábka, mající objem větší, o něco těžší.

Obr. 304.



Je-li hustota těla větší než hustota vzduchu, váží tělo více, než stejný objem vzduchu, pročez ve vzduchu *padá*; je-li hustota těla tatáž jako hustota vzduchu, *vznáší se* tělo ve vzduchu; je-li konečně hustota těla menší než hustota vzduchu, jest tělo vzhůru tlačeno silou větší (vahou vzduchu) než jest ona, kterou dolů padá (váha těla), výslednice má pak směr síly větší a tělo ve vzduchu *stoupá* č. ve vzduchu *plove*.

Tak stoupají ku př. ve vzduchu kouř, oblaky atd., až dostihnou vrstev vzduchu též hustoty, kterou samy mají.

V plování těles ve vzduchu zakládají se *balóny*, jež, jsouce lehčí než vzduch, ve vzduchu tak vysoko stoupají, až dostihnou vrstev řídkších, kdež pak vzduch balónem z prostoru vytlačeny tolik váží, co váží balón, a kdež pak balón ve vzduchu se vznáší.

Nejprve dělali balóny bratři *Montgolfierové*, kteří je naplňovali zahřátým *vzduchem*, pročez balóny takové zovou se *Montgolfiery*. Profesor *Charles* naplnil balón nejprve *vodíkem*, odkudž název takových balónů *Charlièry*. Angličan *Green* použil k naplnění balónu *svtíplynu*, jehož k tomuto účeli nyní obecně se užívá (odtud jméno balónů *Greenièry*).

Malé balóny dělají se z kolloidia neb papíru, veliké z tafetu, z něhož kulové prouhy se nastříhají, sešijí a kaučukovým pokostem potrou, aby byly neprodyšné. — Je-li balón dosti veliký, lze na něj i ložku pro větroplavce zavěsiti (obr. 305.). Aby balón v dolejších hustších vrstvách příliš rychle nestoupal, brávají větroplavci do ložky přítěž, t. j. pytle naplněné pískem, jež ve vyšších, řídkších vrstvách vysejpají, aby balón lehčím se stal a výše stoupal. Nahoře v balónu jest zámyčka, kterou větroplavci pomocí šňůry k ní přidělané otevírají, aby část plynu vypustili. Otvorem vystupuje z balónu plyn a dolem vniká do balónu vzduch, čímž váha balónu se zvětšuje a balón padá.

První větroplavbu podnikli *Pilatre de Rosier* a markýz *d'Arlande* (21. října 1783). Balón jejich byl 70' vysoký a 46' široký. — *Gay Lussac* vystoupil roku 1804 za účelem vědeckým dvakráté s balónem a sice poprvé s *Biotem*, podruhé sám až do výšky 27.000 stop. Ze zkušeností, jichž nabyl, vyplývá, že ve výši ubývá teploty i expanse vzduchu, že jest ve vzduchu vyšších vrstev

totéž množství kyslíku a dusíku jako ve hlubších, že jest magnetická síla zemská ve vyšších vrstvách tatáž, jako na zemi atd.

Pomocí balonů udržovali Francouzové v poslední válce s Pruskem spojení Paříže, od Prusův sevěné, s venkovem.

216. Pronikání plynů. a) Spojíme-li dvě báně trubicí tak, aby, když kohoutky *H* a *h* (obr. 306.) se otevrou, nádoby ty byly nádobou spojitou, a je-li v hořejší nádobě *vodík* a v dolejší *kyselina uhličitá*, vnikne jeden plyn do druhého a za nějaký čas budou

Obr. 305.



Obr. 306.



plyny v obou báních *rovnoměrně smíšený*, ač by měl *vodík*, jsa *mnohem řidší*, zůstati v nádobě hořejší. Úkaz ten, který pozorujeme i na jiných plynech, zoveme *pronikáním* č. *diffusí* plynů.

Plyn rozšiřuje se tudíž ve prostoru, naplněném jiným plynem, s nímž chemicky se neslučuje, právě tak, jako by prostor ten byl prázdným; ovšem děje se to *volněji*, než kdyby plyn do *prázdného* prostoru vnikal, ale tím rychleji, čím větší je rozdíl hustoty plynův.

Expanse smíšeniny plynů rovná se součtu expanse všech plynův jednotlivých, tak že $E = e_1 + e_2 + e_3 + \dots$

Sloupec rtuti v tlakoměru vyznačuje tlak kyslíku, dusíku, vodních par, kyseliny uhličitě a jiných v té době ve vzduchu obsažených plynů a par.

b) Jsou-li plyny odděleny od sebe stěnou *průlinčitou*, vniká průlinkami stěny jeden plyn do druhého.

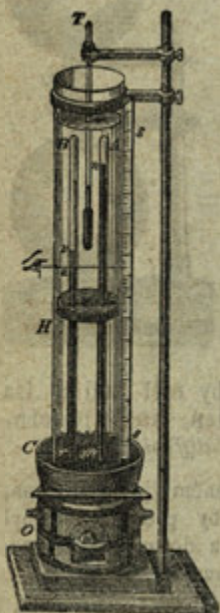
Z toho lze vyložití, že kyselina uhličitá uniká ze prostoru, v němž dýcháním, hořením a kvašením se zplodila, a že čistý vzduch vnější do prostoru toho přichází.

b) *O rovnováze par.*

217. Rozpínavost par. a) Že mají i páry při každé teplotě určitou rozpínavost, můžeme ukázati, vpustíme-li do Torricellova prázna tlakoměrné trubice *B* (obr. 307.) několik kapek čisté vody aneb jiné kapaliny. Ponenáhu kapaliny ubývá a expansí par, z kapaliny vznikajících, klesá sloupec rtuťový ve trubici *B*, o čemž přesvědčíme se, porovnávajíc výšku jeho s výškou sloupce rtuťového ve trubici *A*.

Obklopte-li trubice *A B* rourou *H*, která jest do železné misky *C* se rtuťí postavena, naplníme-li rouru *H* vodou, již zdola ohněm *O* zahříváme, tož můžeme vodu, jejíž teplota měří se teploměrem *T*, a tudíž i páru v práznu

Obr. 307.



Torricellově postupně z 0° až ke $100^\circ C$ zahřívati a expansi páry při teplotě z 0° až ke $100^\circ C$ měřiti. — Je-li trubice *B* hořejším koncem dolů zahnutá a do nádoby s ledem neb smíšeninou mrazivou, jejíž teplota teploměrem do ní vloženým se určuje, ponořena, zkapalní část par v práznu Torricellovu, zbývající část par jeví však opět rozpínavost teplotě dotyčné příslušnou. — Kdyby teplota páry $100^\circ C$ převyšovala, stlačila by pára sloupec rtuťový pod povrch rtuťi *mr* v misce *C* (obr. 307.), tak že nebylo by možno expansi páry měřiti. Přesahuje-li tudíž teplota páry $100^\circ C$, měří se expanse její pomocí zátkovky pojistovací (obr. 195. na str. 204.) aneb tak zvanými manometry, o nichž na str. 295. pojednáno.

b) Expanse par spravuje se následujícími zákony:

1. Expanse a hustota par, jež v práznu Torricellově byly vznikly, dosahuje pro určitou teplotu *největší hodnoty*, tak že jest pak prostor *parami nasycen*.

2. Pokud stýkají se páry s kapalinou, z níž povstávají, přibývá hustoty i expanse jejich *větší měrou*, než přibývá teploty kapaliny, poněvadž zvýšením teploty nové páry povstávají a tudíž netoliko teplota, nýbrž i hustota jejich se zvětšuje.

3. Je-li ještě část kapaliny nade rtuťí v Torricellově práznu, nezmění-li se teplota a zvětšíme-li objem par, vznikají z kapaliny páry nové, zmenšíme-li objem par, tož část jejich zkapalní a obé děje se tak dlouho, až jest hustota a expanse par táž jako dříve.

4. Není-li žádné kapaliny více ve prostoru, řídí se expanse par zákonem *Mariottovým* a *Gay-Lussacovým* (str. 273.), pokud nemají páry hustoty a expanse *největší*.

5. Páry rozličné mají při *též teplotě* expansi *rozličnou* a sice tím *větší*, čím *menší* teploty k varu dotyčné kapaliny třeba.

6. Ve prostoru, který jest naplněn vzduchem neb jinými plyny, vyvíjí se, ač *mnohem volněji*, přece tolik par, kolik by jich vzniklo při též teplotě, kdyby prostor byl zcela *prázný*, a expanse par jest ve prostoru plyny naplněném stejná.

7. Páry, jež vystupují z kapalin, které vespolek se nesměšují, pronikají se vespolek jako plyny a expanse jejich rovná se součtu expanse jednotlivých par.

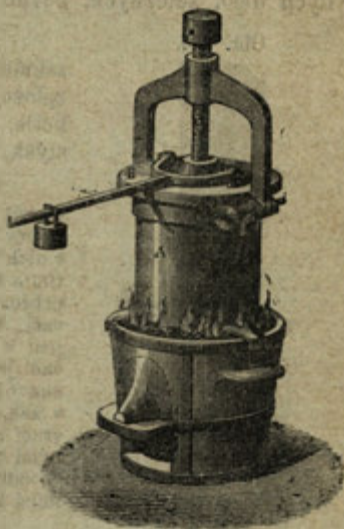
218. Působení tlaku vzduchu ve var kapaliny. Poněvadž vzduch na kapalinu tlačí, musí páry z kapaliny vystupující tlak vzduchu překonávati, má-li kapalina též uvnitř v páru se proměňovati, pročež *čím větší tlak vzduchu, tím vyššího stupně tepla třeba k varu kapaliny.*

Na vysokých horách, kde jest tlak vzduchu menší, vře voda při menší teplotě než $100^{\circ} C$ a tudíž nelze tam v obyčejných nádobách uvařit maso, luštěniny atd., ješto nemá voda potřebné teploty. Je-li však nádoba uzavřena, aby páry z ní nemohly unikati, tož tlačí pak nejen vzduch, nýbrž i páry na povrch vody a voda vře pak při teplotě, kteráž může i $100^{\circ} C$ převyšovati. Spůsobem takovým upraven jest *Papinův hrnc*, t. j. nádoba kovová *A* (obr. 308.), uzavřená víkem *B*, kteréž k ní neprodyšně přiléhá a šroubem neb jiným způsobem k ní se připevňuje. Ve víku jest pojišťovací záklopka (obr. 195.) a někdy též prohlubina se rtuť, do níž teploměr se staví, aby teplota páry měřiti se mohla. Hrnce Papinova užívá se netoliko na vysokých horách nýbrž i v našich domácnostech.

Ztředí-li se vzduch nad kapalinou a odvádějí-li se vývěvou páry, jež z kapaliny povstávají, tož vře kapalina při teplotě nižší, ku př. voda již při $30^{\circ} C$. — Naplníme-li báňku neb láhev z tenkého skla z části vodou a zahřívá-li se voda až vře, tož vypudí páry z nádoby všecken vzduch. Uzavřeme-li pak láhev neprodyšně tak, že nad vodou pouze páry zůstávají, a polijeme-li láhev, hrdelem dolů obrácenou, *studenou vodou*, srazí se páry, čímž tlak jejich na vodu se zmenší a tudíž voda *znovu se vaří*, což možno i vícekrát opakovati.

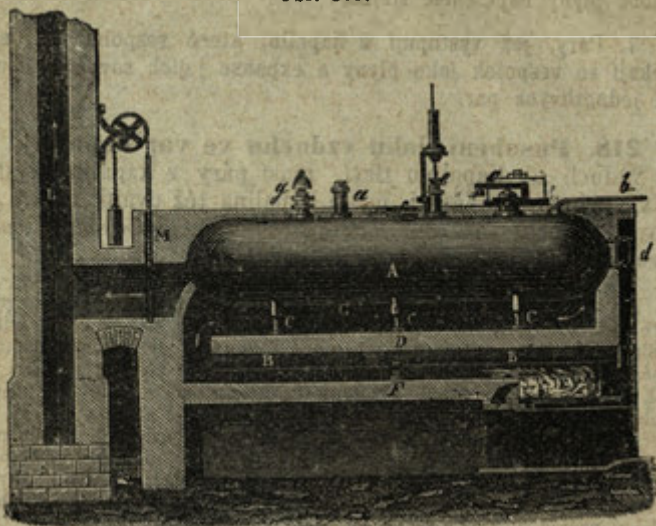
Kladívko tepnové jest rourka za obou koncích zahnutá a v kuličky rozšířená, částečně barevným líhem naplněná, ostatně vzduchoprázná. Obrátíme-li obě kuličky vzhůru a vezmeme-li jednu z nich do ruky, vypudí páry teplem ruky z líhu se vyvíjející všecken líh do druhé kuličky, kdež pak líh úsilně vře. — *Kladívko vodní* jest báňka, úzkou rourkou s trubicí spojená. Báňka i trubice jsou uzavřeny a částečně vodou naplněny, prostor nad vodou jest pak vzduchoprázný. Teplem ruky vře voda a páry z ní vystupující způsobují pak v ostatní kapalině nárazy, odkudž přístroji dáno jméno kladívko vodní.

Obr. 308.



219. Páří kotel. Rozpínávnosti vodních par užívá se ku pohybu párních a jiných s nimi spojených strojů. K tomu účeli

Obr. 309.

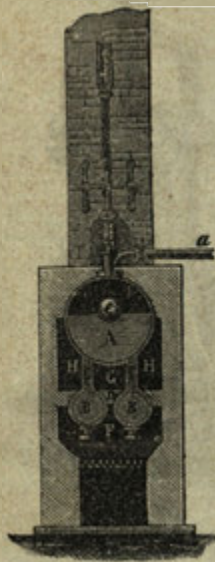


vyvíjí se páry ve zvláštñích *kotlich párních*, jež zhotovují se ze silných desk železných, pevně snýtovaných.

Obr. 310.

Páří kotel má tvar válce, na obou koncích zakulatělého. Aby tepla, jež hořením paliva se zplozjuje, co nejlépe se nžilo, musí býti povrch kotle, který s plamenem a horkými plyny se stýká, co možná největší.

K tomuto účeli spojují se s kotlem dvě roury, kteréž pod kotlem leží a pouze vodou naplněny jsou. Roury tyto zovou se *předhříváči*, poněvadž voda v nich se předehřívá. Na obr. 309. viděti páří kotel tímto způsobem upravený a obr. 310. znázorňuje příčný průřez jeho. *A* jest hlavní kotel, *BB* jsou předhříváči, spočívající na železných podstavcích *F* a spojení s kotlem rourkami *C*. Mezi kotlem a předhříváči jest klenba *D*, která způsobuje, že plamen a žhavé plyny postupují z ohniště *E* kolem předhříváčů v zad, pak nad klenbu *D* vystoupivše ku předu se vrací a spodní část kotle *A* zahřívají, načež postranními průchody opět v zad se obrátivše do komína *L* vstupují. Šoupátko *M* slouží k tomu, aby tah v komíně mohl náležitě se upravit.



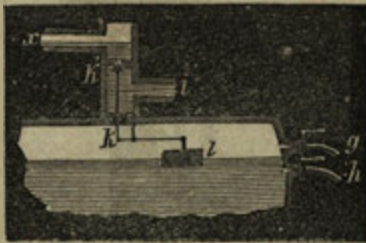
Páří kotel musí býti opatřen některými přístroji, z nichž nejhlavnější jsou: 1. přístroje k naznačování výšky povrchu vody v kotli,

2. pojišťovací záklopka, 3. manometry, 4. přístroje k naplňování kotle vodou.

a) K naznačování výšky vody v kotli slouží dva kohoutky *g* a *h* (obr. 311.), z nichž hořejší *g* jest ve výšce, které nesmí voda dostupiti, a dolejší *h* ve výšce, pod kterou nesmí voda nikdy klesnouti. Otevrou-li se oba kohoutky, musí hořejším prouditi pára a dolejším voda. Někdy užívá se k tomu účeli koule *e* (obr. 309. a 310.) na vodě plovoucí, která spojena jest s tyčí, ucpaným otvorem z kotle vycházející a výšku vody naznačující. Spolehlivější jest trubice skleněná *d* (obr. 309.) v čele kotle umístěná a oběma otevřenými konci zasazená do dvou zahnutých trubic, jež ústí v kotli. Dle zákona o nádobách spojených staví se voda ve trubici do též výšky, kterou má v kotli.

b) Tloušťka stěn kotle musí býti přiměřena rozpínavosti páry, které pární stroj ku pohybu vyžaduje. Dosáhnou-li však páry z příčin nepředvídaných expanse větší, jest nebezpečí, že kotel se roztrhne. Tomu zabraňuje záklopka pojišťovací *c* (obr. 309.), o jejíž úpravě bylo pojednáno na str. 204.

Obr. 311.



Obr. 312.



(obr. 195.). Někdy mívá kotel trubici *g* (obr. 309.), která jest uzavřena zátkou ze slitiny kovů, při určité teplotě se rozlévajcí. Dosáhnou-li páry této teploty, roztopí se zátka a pára proudí úsilně otvorem ven, čímž vzniká silný pískot.

c) Rozpínavost par v kotli určuje se tak zvanými *manometry*, jichž úprava bývá rozličná. Manometr *Bourdonův* jest dutá trubice plechová *bed* (obr. 312.), do kruhu zahnutá, která otevřeným koncem *b* ústí do trubice širší *a*, s párním kotlem spojené. Druhý uzavřený konec *d* působí v kratší rameno páky, jejíž delší rameno *co* ručička na stupnici tlak páry naznačuje. Přibývá-li expanse páry, rozevřívá se trubice a ručička posouvá se s levé strany ku pravé.

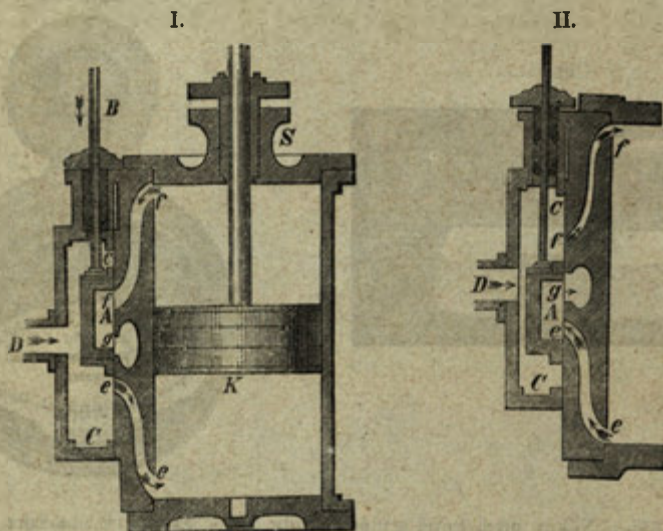
d) Voda v kotli vypařuje se stále, a poněvadž musí býti kotel vždy do určité výšky vodou naplněn, tlačí se pumpou na tlak, s párním strojem spojenou a zároveň s ním pohybovanou, voda trubicí *i* (obr. 311.) do trubice *kk'*. Klesá-li voda v kotli, klesá i plavadlo *l* a pomocí páky otevírá se záklopka *k*, a uzavřívá se záklopka *k'*; voda vtéká do kotle, čímž opět plavadlo *l* se zdvihne, *k* se uzavře a *k'* se otevře, načež pak voda zbytečná rourou *x* se odvádí.

e) Ve vodě jsou vždy rozličné pevné hmoty rozpuštěny aneb do ní přimíšeny. Vypařuje-li se voda, osazují se tyto pevné látky na dně kotle, tvoříce pevný škráloup, který, jsa špatným teplovodičem, teplu přístup k vodě zamezuje, a jsa křehký, místy vydrobiti se může, tak že voda, dotknuvši se rozpáleného železa, vyvíjí veliké množství par, čímž kotel může náhle se roztrhnouti. Proto nutno škráloup, tak zvaný *kámen kotlový*, z kotle vykliditi, i má za tou příčinou kotel otvor *f* (obr. 309.) tak veliký, aby bylo lze do kotle vlézt i jej vycistiti.

220. Páří stroj. Podstatné části pářího stroje jsou:

1. Dutý, na obou koncích neprodyšně uzavřený, uvnitř vykroužený a pečlivě vyhlazený *válec* (obr. 313.), v němž pohybuje se tlakem páry, z pářího kotle vycházející, *píst K*, pomocí pružných per neprodyšně ku stěnám válce přiléhající.

Obr. 313.



2. *Přístroj rozváděcí*, který slouží k tomu, aby pára do válce s jedné strany pístu se přiváděla a s druhé strany z válce se odváděla.

Přístroj rozváděcí se šoupátkem jest truhlík *A* (obr. 313.), na čelné straně otevřený a zde ublazenými kraji svými těsně ku stěně válce přiléhající. Šoupátko pohybuje se v páří komoře *C*, do níž pára z kotle rourou *D* přitéká. Má-li šoupátko polohu *I.*, přichází pára dráhou *Dee* pod píst a žene jej vzhůru, pára nad pístem se nalézající odtéká pak dráhou *ffg*, a z *g* buď do *hustiče*, buď do vzduchu. Došel-li píst až vzhůru, přesmyklo se šoupátko dolů do polohy *II.*, načež pára dráhou *Dff* nad píst vniká, jej dolů pučí a pára pod pístem se nalézající dráhou *eeg* z válce uniká. Jak z obr. patrné, uzavírá šoupátko v určitém okamžiku oba průchody do válce současně. V tu chvíli měl by ovšem páří stroj se zastaviti, setrvačnosť pučí jej však k dalšímu pohybu a mezi tím posouvne se šoupátko dále.

se pohyboval, jest hřídel setrvačniku řemenem spojen s kolem *e*, jímž přivádí se v pohyb *rotatel odsíředivý D*, který, jak bylo na str. 244. (obr. 241.) vyloženo, pákovým přístrojem *dbca* (obr. 314.) dle potřeby otevírá neb uzavírá záklopku *C* v rourě *B*, čímž přítok páry z kotle do pární komory se upravuje. — Na ose setrvačniku jest připevněn výstřední kotouč *H* s hrabíci *H'*, která pomocí lomené páky šoupátko *G* tak pohybuje, že pára střídavě pod píst a nad píst přichází.

V době novější užívá se válců ležatých a pohyb táhla pístu převádí se přímo vojnicí na kliku, pročež není vahadla třeba. Pární stroje, uložené na voze, aby mohly převážeti se na místo, kde mají práci konati, jmenují se *lokomobily*.

221. Lokomotiva a pární loď. a) *Lokomotiva* jest pární stroj, jehož kolo, vojnicí otáčené, o železnou kolej se opírá a stroj na kolech spočívající jakož i vozy s ním spojené pohybuje. Lokomotiva má po každé straně jeden válec a jedno pudné kolo, upravené tak, aby v okamžiku, kdy jeden stroj působí nejslaběji, působí druhý nejsilněji, čímž docílí se pohybu rovnoměrného.

b) Na *pární lodi* přivádí pární stroj v pohyb buď *lopatková kola*, po obou stranách lodi se nalézající, buď *šroub*, v podlodí umístěný (viz str. 222.).

222. Vlhkost vzduchu. Voda, pokrývající větší část povrchu zemského, vyparuje se stále při každé teplotě, pročež jsou ve vzduchu vždy a všude vodní páry. Zřídka bývá však ve vzduchu tolik par, kolik by jich při stávající teplotě býti musilo, aby byl jimi vzduch nasycen.

Přibývají-li k párám, jež ve vzduchu již jsou, páry nové, aneb ochladí-li se vzduch, dosahují páry největší hustoty a část jich zkapalní.

Vlhkost vzduchu nestanoví se množstvím par v něm obsažených, nýbrž určuje se dle toho, jak daleko jsou páry svého největšího zhoustnutí. Čím blíže jsou páry největšího zhoustnutí, tím *vlhčí* jest vzduch, i jest tudíž *nejvlhčí*, když jest parami *nasycen*.

Teplý vzduch zdá se býti vždy vlhčí, než studený, neboť může v něm býti více par, než jest jimi nasycen. V letě bývají tudíž páry ve vzduchu obyčejně dále svého největšího zhoustnutí než v zimě. — V letě nevidíme vodních par, jež vydychujeme, v zimě mění se páry ty, vycházejíce z úst, ihned ve studeném vzduchu ve viditelnou mlhu.

Mnohá tělesa proměňují se účinkem vlhka tak patrně, že z proměn těch lze souditi, zdaž vlhkosti vzduchu přibylo aneb ubylo. Tělesa taková slovou *hygroskopická*.

Mnohá nekroucená tělesa ústrojná vlhkem se prodlužují, jako ku př. vlasy, kostice, dříví, sláma, osiny atd.; některá kroucená a točená tělesa ústrojná vlhkem se zkracují a okolo podélné osy své se otáčejí, jako ku př. střevové struny, provazy atd.

Přístroje, jimiž seznáváme, zdaž vlhkosti vzduchu přibylo neb ubylo, jmenují se *hygroskopy* (vlahovidy); přístroje, jimiž stanoví se stupeň vlhkosti čili množství par v určitém čase ve vzduchu obsažených, jmenují se *hygrometry* (vlhkoměry).

Hygroskop vlasový jest dlouhý, v louhu vyvařený a tudíž tuku pozbavený lidský vlas *c* (obr. 315.), hořejším koncem pomocí šroubku *d* upevněný, dolejším koncem kolem kladky *o* ovinutý a závažíčkem *p* napnutý. Na ose kladky nasazena ručička, která na stupnici prodlužování vlasu vlhkem a skracování jeho suchem naznačuje. Hygroskop tento dá se do vzduchu zcela vysušeného a oddíl stupnice, na který ručička ukazuje, naznačí se nullou, načež dá se do vzduchu parami vodními *nasyčeného* a k oddílu stupnice, na který ručička ukazuje, připíše se 100. Prostor mezi oběma krajními oddíly rozdělí se ve 100 stejných oddílů (stupňů). Tak upravený hygroskop vlasový slouží pak spolu co *hygrometr* (vlhkoměr). — *Hygroskop strunový* zakládá se v tom, že střevová struna vlhkem se skracuje a suchem se prodlužuje. Struna spojuje se volným koncem s pákovým přístrojem, jež pohybuje se tak, že když vlhkosti ubývá, panenka se stínítkem, a když vlhkosti přibývá, panáček s deštníkem z domečku z lepenky zhotoveného vychází. — Semeno *čapího nřsku* jest ukončeno dlouhou spirálně zatočenou čnělkou, která vlhkem se roztáčí a suchem stáčí. Semeno zapíchno se dolejším koncem do desky a volný konec čnělky ukazuje pak na stupnici číselníku hodin podobné, zdaž vlhka přibývá neb ubývá.

Obr. 315.



223. Výjevy, pocházející z vlhkosti vzduchu.

a) *Rosa a jíní*. Je-li po západu slunce jasno, vysílají předměty na zemi se nalézající do vzduchu mnoho tepla, čímž konečně tak silně se ochlazují, že ze vzduchu, který je obklopuje, vodní páry na povrchu jejich co *rosa* se srážejí. Jsou-li ve vzduchu husté oblaky neb mraky, odráží se od nich teplo, ze předmětů vyzařované, opět k zemi nazpět a páry nemohou tudíž ochladit se tak silně, aby se srazily — *není tedy žádná rosa*.

Ochladí-li se předměty tak silně, že teplota jejich klesá pod 0°, tu zmrzne rosa a tvoří pak *jíní* č. *jinovatku*.

Vítr může tvoření rosy zameziti. — Přikryté aneb kouřem zahalené předměty rosou se nepokrývají. — Na studených oknech ochlazují se vodní páry, ve světlnici se nalézající, a zhoustnuvše pokrývají okno, kteréž se *zarosí* (č. jak říkáme *se zapotí*). — Taktéž zarosí se chladné předměty, v zimě z venku do světnice přinešené, parami, na nich se srážejícími.

b) *Mlha a oblak*. Ochladí-li se vodní páry ve vzduchu v množství značném (ku př. studeným větrem), povstanou z nich malinké bublinky, které, nad zemí se rozloživše, *mlhu* a ve větší výši se vznášejíce *oblak* tvoří.

Čím více vlhkosti ve vzduchu, tím hustější bývá mlha. Pověstné jsou zvláště mlhy v Anglii, jež bývají tak husté, že světlo sluneční nemůže jimi proniknouti. — Oblaky povstávají nejčastěji, když se smísí teplý vzduch se studeným, kterým se ochladí páry v teplém vzduchu obsažené. Vniká-li teplý proud vzduchu do oblaků, mění se tyto opět v neviditelné páry. — Oblaky deštivé, silně elektrické nazývají se *mraky*. — Stojí-li mlha poněkud výše, zove se *čmuroou*. — Pronikají-li z rána paprsky sluneční čmuroou, bývá pěkný jasný den, neboť se mění mlha v neviditelnou páru; nemůže-li však slunce čmuroou proniknouti, povstává z ní drobný déšť.

c) *Děšť, snh, krupice a kroupy.* Zhoustnou-li bublinky vody ve vzduchu se vznášející a promění-li se ve větší kapky vodní, nemohou více ve vzduchu se udržeti a padají pak k zemi *co děšť.*

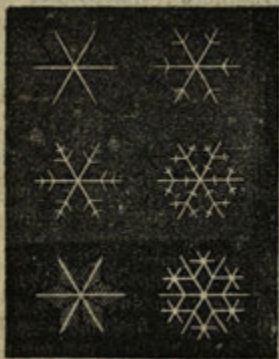
Dešťové kapky jsou tím větší, čím větší je výška, s které prší; padající s výšky větší, jsou totiž kapky chladnější, čímž páry od nich ochlazené na nich se srážejí a je zvětšují. Dle velikosti kapek rozeznáváme pak *mžení, dešťáček, děšť, lijavec* a *průtrž mraku.* Rozsáhlostí dělí se pak deště v *místní, v přeháňky* a deště *krajinské.* V horkém pásmu jsou deště *občasné,* t. j. nastávají a končí se vždy v určitém čase ročním.

Aby mohlo se určití, mnoho-li vody na jistém místě do roka deštěm spadne, užívá se zvláštních *dešťoměrů* (ombrometrů, pluviometrů), které mají úpravu rozličnou. Nejjednodušší dešťoměr jest nádoba, ve které voda dešťová se nashromáždí. Aby výparem nemohlo jí příliš ubývatí, zachycuje se dešť nejprve do nálevky k nádobě těsně přiléhající, a z nálevky přetéká malým otvorem do nádoby. Výška vody v nádobě značí se rourkou skleněnou, která jest s nádobou spojena.

Od točen k rovníku přibývá množství vody deštěm spadlé. V horkém pásmu stála by voda dešťová za rok asi 9' vysoko, v mírném 16"—4'. V Praze obnáší průměrná výška vody deštěm za rok spadlé 14", v Plzni 18", v Králově Hradci 24" atd. Při mořích a jezerech bývají deště častější a vydatnější.

Přichází-li mlha neb oblak do končin, majících teplotu pod nullou, přicházejí částice vody ve skupenství pevné a krystalující tvoří pak jehličky, které ve vzduchu klidném skládají velmi pěkné pravidelné tvary (obr. 316.), *co snh* všeobecně známé.

Obr. 316.



Není-li vzduch klidný, skládají jehličky sněhové malé nepravidelné chomáčky, kteréž, přicházejí-li do teplejších vrstev vzdušných, na povrchu tají a v *krupici* č. *krupky* se zakalují.

Kroupy zovou se zrna ledová s jádrem sněžným. Bývají podoby hruškovité neb kulovité, velikosti rozličné, někdy co hrách, někdy co vejce slepičí. V jádře jejich nalézají se často hmoty cizí, jako: plevy, prach a t. d.

Padání krup č. *krupobití* děje se na severní polokouli od 30° k 60°, nejvíce však od 40° k 50° šířky. U nás padají kroupy nejčastěji v letě, řídceji z jara a velmi zřídka v zimě a krupobití bývá obyčejně spojeno s bouřkou. Některé krajiny byvají krupobitím častěji, jiné jen zřídka navštěvovány.

F. Pohyb vzdušin.

224. Výtok vzdušin. Vzdušina, mající hustotu a tudíž i expansi *větší*, než vzduch vnější, vytéká otvorem z nádoby, v níž jest uzavřena, do vzduchu vnějšího.

Rychlost výtoku vzdušiny spravuje se expansí její, již měříme výškou sloupce rtuti, který expansí v rovnováze se udržuje. Zůstává-li expanse vytékající vzdušiny vždy stejně veliká, vytéká vzdušina *rovnomiřně*, ubývá-li expanse, jest rychlost výtoku čím dále tím *menší*.

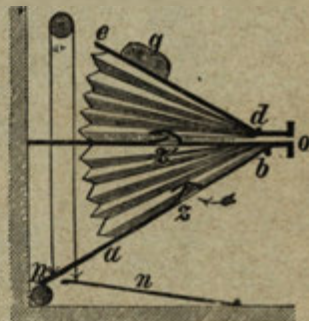
Množství vzdušiny, za jistou dobu vytékající, spravuje se tudíž netoliko velikostí otvoru, nýbrž i expansí vzdušiny.

Ve výtoku vzduchu zakládá se úprava *měchů*. *Měch jednoduchý* (obr. 317.) záleží ve dvou trojhranných deskách, řasnaté zprohybanou kůží vespolek spojených a u *dychsy*, t. j. u otvoru *o* se sbíhajících. V jedné desce jest otvor, uzavřený zámyčkou *z*, do vnitř se otevírající. Roztáhne-li se měch, zředí se v něm vzduch, vnější vzduch, máje větší expansi, otevře tlakem svým zámyčku *z* a vstoupí do měchu. Stlačí-li se měch, zhuští se v něm vzduch, nabývá větší expanse a proudí dychsou ven. Jednoduchého měchu užívá se v domácínosti k rozdmýchování ohně. — Poněvadž vzduch pouze při stlačování

Obr. 317.



Obr. 318.



jednoduchého měchu do ohně proudí, jest proud jeho ustavičně přerušován. Nepřetržitěho proudu vzduchu lze docíliti měchem *dvojitým* (obr. 318.), který ze dvou jednoduchých měchů se skládá. Zdvihne-li se pomocí nášlapky *n* stěna *ab* dolejšího měchu, zavře se zámyčka *z*, zámyčka *z'* se otevře a vzduch vstoupí z dolejšího měchu do hořejšího, z něhož vytlačuje se závažím *q*, na stěnu *de* vloženým, dychsou *o* do ohně. Závažím *p* roztahuje se měch dolejší, zámyčka *z* se otevírá a dolejší měch naplňuje se vzduchem. Poněvadž hořejší měch vzduchem z měchu dolejšího naplňuje se dříve, než ještě všecken vzduch dychsou vyšel, proudí vzduch z dychsy nepřetržitě. Dvojitého měchu potřebují kováři a zámečníci, přivádějíce jím vzduch k výhni. Měchy varhan jsou podobným způsobem upraveny. — *Měchy válcové*, jichž ku proudění vzduchu do vysokých pecí se užívá, jsou válce, v nichž pohybuje se píst. Po jedné straně pístu naplňuje se válec vzduchem a po druhé straně pučí píst současně vzduch do ohně. Poněvadž vzduch střídavě s jedné i druhé strany pístem z válce jest puzen, jest proud nepřetržitý.

Oddíl devátý.

Nauka o zvuku. (Akustika.)

A. Vznikání zvuku.

226. Zvuk. — Znění. — Tón. Vše, co slyšíme, nazývá se *zvuk*. Zvuk vzniká každým *doti rychlým* pohybem, který ze zvučícího těla až k uchu dochází.

Abychom slyšeli, jest tudíž třeba: 1. Těla, jež pohybem svým zvuk způsobuje; 2. prostředí, jímž zvuk až do ucha se přivádí; 3. zdravého ucha, jež zvuk pojímá.

Poněvadž každé tělo dosti rychle může se pohybovati, může i každé tělo zvučeti. Jednotlivý ráz způsobuje taktéž jen jednotlivý okamžitý dojem; následuje-li více rázův za sebou, splývají dohromady a způsobují dojem celistvý, déle trvající.

Následují-li rázy nepravidelně za sebou, způsobují dojmy, jež dle rozličné povahy rozličně zoveme, jako: rachocení, hluk, vrzání, ryk, třesk, hrčení, praskání, hřmot atd.

Seřadují-li se rázy v celek *pravidelný*, jmenuje se zvuk *znění* a hledíme-li i ku výšce jeho, zove se *tón*.

Abyste tělo nějaké znělo, musí *tentýž* pohyb déle vykonávati; proto způsobuje se znění *nejpřiměřeněji zvláštním* pohybem, jež *chvěním* č. *kmitáním* neb *vlněním* nazýváme a jež tudíž musíme pozorovati dříve, než o tónech jednati budeme. Pohyb takový konají tělesa pružná, tvaru pokud možno pravidelného, pročež užívá se hlavně takových těles k nástrojům hudebním, jimiž tóny vznikají.

227. Chvění těles pevných. Vyšineme-li napnutou strunu *afdg^b* (obr. 319.) do polohy *af'd'g'b*, vrací se účinkem pružnosti do původní polohy nazpět. Poněvadž působí pružnost *nepřetržitě*, pohybuje se částice struny *d'* do původní polohy *d* *zrychleně*. Pružnosti *ubývá* však tou měrou, kterou *d'* ku *d* se blíží, pročež jest pohyb částice z *d'* do *d* *nerovnoměrně zrychlený*. V *d* přestává

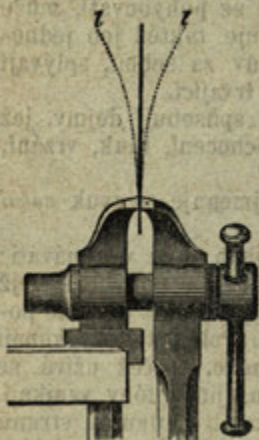
pružnost působiti, ale v d má částice konečnou rychlost největší, pročež pohybuje se setrvačností dále do d'' , a sice *nerovnoměrně zpozděně*, poněvadž pružnosti, která pučí ji do d nazpět, přibývá tou měrou, kterou částice od d se vzdaluje, pročež rychlosti, kterou částice z d do d'' postupuje, čím dále tím více ubývá. Poněvadž rychlosti toutéž měrou z d do d'' ubývá, kterou jí z d' do d přibývá, vykoná částice dráhu $dd'' = d'd$, i bude tudíž v d'' rychlost částice nullou. Z d'' do d pohybuje se částice účinkem

Obr. 319.



pružnosti právě tak jako z d' do d , totiž *nerovnoměrně zrychleně*, a z d do d'' účinkem setrvačnosti i pružnosti právě tak, jako z d do d'' , totiž *nerovnoměrně zpozděně*. Jako částice d pohybují se též částice f a g a vůbec všechny části struny ab , tak že struna pohybovala by se stále z polohy $af'd'g'b$ do polohy $af''d''g''b$ a z $af''d''g''b$ do $af'd'g'b$, kdyby nebylo překážek, jimiž pohyb konečně se ruší.

Obr. 320.



Pohyb právě vyložený jmenuje se *chvění č. kmitání* a průběh struny z $ad'b$ do $ad''b$ a odtud do $ad'b$ nazpět jmenuje se *výchvějí č. kmit*; čas, jehož k jednomu výchvějí třeba zve se *doba výchvěje (kmitu)*.

Počínají-li veškeré částice chvějícího se těla pohyb *současně*, jako ku př. částice struny d , f , g (obr. 319.) aneb tyče, jedním koncem ve svěráku upevněné a z rovnovážné polohy vyšinuté (obr. 320.), vracejí-li se *současně* do původní polohy a jsou-li *současně* v největší vzdálenosti od polohy rovnovážné, tož vykonávají všechny částice výchvěje své *současně* a chvění takové jmenuje se *chvěním stojatým*. Stojaté chvění jest pak *příčné*, chvějí-li se částice *kolmo* na délku těla (obr. 319. a 320.) a *podélné*, chvějí-li se *rovnoběžně* s délkou těla.

Při stojatém chvění *podélném* tělo chvějící se střídavě se *zhušťuje* a *zřeďuje*.

Nepočínají-li všechny částice chvějícího se těla pohyb svůj *současně*, nýbrž sděluje-li se pohyb částicím *postupně*, zve se chvění takové *chvěním postupným*.

228. Vlnění kapalín. Padne-li do vody kamének, vznikají okolo místa, do kterého padl, v soustředných kruzích střídavě *vyvýšeniny* a *prohlubiny*, jež *postupně* rovnoměrnou rychlostí až ku břehům (ku stěnám nádoby) se rozšiřují. Výjev právě popsany a u každé kapaliny pozorovaný jmenuje se *vlnění*; každá vyvýšenina s prohlubinou skládá pak jednu *vlnu*.

Pohyb částic vlnící se kapaliny pozorovali bratři *Webrové* ve žlábků s dvěma skleněnými stěnami, asi 5' dlouhým, 1" širokým a 6" hlubokým (obr. 321.). Do vody ve žlábků nasypali prášku jantarového, aby z viditelného

Obr. 321.

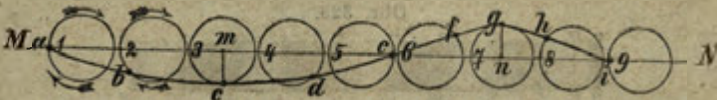


pohybu prášku seznali pohyb částic vody, k prášku lnoucí. Trubicí do vody sáhající vysál se vzduch; když pak tlakem vnějšího vzduchu voda ve trubicí vystoupila, spustila se dolů a ve žlábků vznikly vlny.

Bedlivým pozorováním seznáno, že částice vlnící se kapaliny blíže povrchu pohybují se v rovinách svisných a opisují dráhy téměř *kruhové*. Částice níže ležící opisují elipsy, čím hlouběji tím více stlačené (obr. 321. A), tak že konečně v přímku přecházejí.

Značí-li kruhy na obr. 322. dráhy, jež opisují částice 1, 2, 3 atd. na povrchu *MN* vlnící se kapaliny, pohybující se směrem šipkami naznačeným, a jsou-li částice od sebe tak vzdáleny, že jedna po druhé počíná svůj pohyb postupně vždy po $\frac{1}{8}$ toho času, jehož třeba, aby pohyb od částice 1 až k částici 9 se rozšířil, tož patrné, že v tom okamžiku, když částice 1 celou

Obr. 322.



svou dráhu (celý kruh) proběhla a v *a* se nalézá, částice 2, 3, 4, 5, 6, 7 a 8, jež počaly se pohybovati o $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$ času později, mají vykonati ještě $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$ své dráhy (celého kruhu) a nalézají se tudíž v *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*; částice 9, kteráž počíná v tom okamžiku se pohybovati, nevykonala ještě žádné dráhy a jest tudíž na svém místě v *i*. Spojíme-li všechny body, v nichž jednotlivé částice v témž okamžiku se nalézají, vznikne křivka *abodefghi*, kterou jest tvar vlny naznačen.

Značí-li křivka *abcdefghi* (obr. 322.) *vlnu*, jmenuje se snížení pod hladinou *ace* *díl vlny* a *cm* jest *hloubka dolu*, zvýšení nad hladinou *egi* slove *vrch vlny* a *gn* jest *výška vrchu*; *ai* jest *délka vlny* a *cm + gn* jest *výška vlny*.

Jak patrné, postupuje chvění o délku celé vlny *ai* za dobu, jíž každá částice potřebuje, aby celou dráhu svou jednou proběhla, t. j. za *dobu výchvěje*; výška vrchu *gn* a hloubka dolu *cm* rovnají se poloměru kruhu, jež částice v pohybu opisují. Částice polovici délky vlny od sebe vzdálené, jako ku př. částice 1 a 5 neb 3 a 7 pohybují se současně směrem protivným.

Vlněním mění se střídavě vrch v *díl* a *díl* ve vrch, kapalina sama nepostupuje však s místa na místo. Korek na vlnící se vodu položený střídavě stoupá a padá, nehýbá se však s místa. Totéž pozorujeme na obilí, jež se vlní, když vítr do něho duje.

229 Vlnění vzduchu. a) *Zvětší-li* koule nějaká ve vzduchu *náhle* svůj objem, narazí na kulovitou vrstvu vzduchu k ní přiléhající, kteráž tlačí na vrstvy sousední, jež dosti rychle jí ustoupiti nemohou, *se zhuští*. Částice této zhuštěné vrstvy, narážejíce na sousední v klidu se nalézající, sdělí jim, jako děje se při rázu pružných stejně velikých kulí (str. 248.), svou rychlost, samy pak zůstanou v klidu. Tak zhuští se i 2., 3., 4., 5. . . . vrstva vzduchu. *Zmenší-li* koule hned na to *náhle* svůj objem, vnikají částice kulovité vrstvy vzduchu k ní přiléhající do prostoru, jež koule opustila, čímž tato první vrstva vzduchu *se zředí*, pročež vnikají do ní částice vzduchu ze sousední vrstvy druhé a do druhé takto zředěné částice vzduchu z vrstvy třetí atd., z čehož patrné, že i zředění, tak jako zhuštění, od vrstvy k vrstvě postupuje. Mysleme si, že koule stále rychle a střídavě objem zvětšuje a zmenšuje, tož bude též zhušťování a zředování kulových vrstev kouli obklopujících stále se střídati. Dvě sousední, tvar dutých kulí mající vrstvy vzduchu, z nichž jedna zhuštěna a druhá zředěna, lze pokládati za *vlnu*, v jejíž zhuštěné polovici částice vzduchu ode středu se vzdalují a v polovici zředěné ku středu se přibližují.

b) Pohybuje-li se ve trubici *oq'* (obr. 323.) píšť, neprodyšně ku stěnám trubice přiléhající, z polohy *oo_1* do polohy *aa'* nerovno-

Obr. 323.



měrně zrychleně a odtud po polohy *ee_1* nerovnoměrně zpozděně, narazí na přiléhající vrstvu vzduchu, kteráž, konajíc též pohyb jako píšť sám, zhuští se tak, že bude míti u prostřed hustotu

největší, poněvadž měl píst u prostřed dráhy své rychlost největší. Jak bylo výše vyloženo, sdělí vrstva vzduchu pístu se dotýkající, pohyb svůj vrstvě druhé, druhá třetí atd., tak že zhuštění postupuje v celé trubici od vrstvy k vrstvě. Jde-li pak píst nazpět a sice z ee_1 do aa_1 , nerovnoměrně zrychleně a z aa_1 do oo_1 , nerovnoměrně zpzděně, povstává za pístem prostor prázdný, do něhož vrstva vzduchu pístu se dotýkající se vrací a, konajíc týž pohyb jako píst sám, zředí se tak, že bude u prostřed nejvíce zředěna, poněvadž měl píst u prostřed dráhy své rychlost největší. Jako zhuštění postupuje pak i zředění od vrstvy k vrstvě. Pohybuje-li se píst způsobem právě vytknutým střídavě z oo_1 do ee_1 , a odtud do oo_1 , nazpět, a je-li sloupec vzduchový, ve trubici uzavřený, rozdělen ve stejné vrstvy $oe=ec=cm=mn$ atd., tož patrnó, že dvě sousední vrstvy, z nichž jedna vždy zředěna a druhá zhuštěna, lze pokládati za vlnu, v níž polovice částic vzduchu *ku předu* a druhá polovice *nazpět* se pohybuje. Naznačíme-li zhuštění co *vrch*, zředění co *důl* vlny a značí-li největší zhuštění u prostřed vrstvy *výšku vrchu* a největší zředění u prostřed vrstvy *hloubku dolu*, lze křivkou na obr. 323. sestrojenou vlnění vzduchu znázorniti.

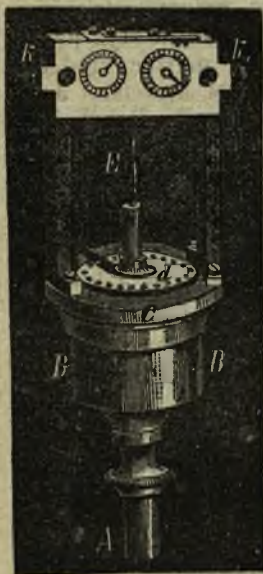
230. O tónech. U tónu rozeznáváme: a) *výšku* neb *hloubku*, která se spravuje počtem rázů neb výchvějů v jisté době vykonaných; b) *silu*, která jest tím větší, čím úsilněji chvěje se znějící tělo; c) *ráz* tónu, t. j. onu zvláštní vlastnost, kterou rozličným tvarem vln vysvětlujeme.

Počet výchvějů v jedné vteřině vykonaných a určitému tónu příslušících jest *prostá (absolutná) výška* tónu tohoto. Tón, který slouží za měřítko tónův jiných, jež s ním porovnáваме, jmenuje se *tónem základním* a jest vždy nejhlubší těch tónů. Dělíme-li prosté výšky základného tónu jakož i všech tónův, jež s ním porovnáваме, prostou výskou tónu základného, jmenují se podíly *výšky poměrné*, z čehož patrnó, že poměrná výška tónu základného jest jednička a poměrná výška tónův ostatních jest číslo, jež ukazuje, kolikráte počet výchvějů jistého tónu v jedné vteřině vykonaných větší jest než tónu základního.

Prostou výšku tónu lze stanoviti tak zvanou *syrenou* (obr. 324.). Trubicí *A* puď se z úst aneb z měchu vzduch do mosazného bubínku *BB*, který má na obvodu hořejší stěny *C* v kruhu více otvorův, stejně od sebe vzdálených a šikmo vyvrtaných. Kotouč *d*, okolo osy *E* velmi snadně otáčivý a stěně *C* co nejvíce sblížený, má stejný počet otvorův, taktéž šikmo ale protivným směrem vrtaných, tak že otvory stěny a kotouče, spolu splývající, úhel 90° svírají. Prondem vzduchu trubicí *A* do bubínku puzeného přivádí se kotouč *d* v pohyb, tak že střídavě nad otvory stěny přicházejí otvory kotouče a plná místa mezi otvory kotouče. Kdykoliv jsou otvory kotouče *d* nad otvory stěny *C*, vyráží vzduch z bubínku do vzduchu vnějšho; otáčí-li se kotouč rovnoměrnou rychlostí, vznikají rázy, pravidelně za sebou následující, jež způsobují *tón* tím *vyšší*, čím rychleji kotouč se otáčí a otvory nad otvory přicházejí. Počet výchvějů tónu určuje se syrenou následovně: Osa *E* má na hořejším konci bezkonečný šroub *g* (obr. 325.), do něhož zasáhá kolečko *h* tak, že postupuje o jeden zub, když kotouč jednou se otočil. Má-li kolečko

h 100 zubův, otočí se tudíž jednou, když kotouč otočil se 100 kráté. Pomocí proužky i , na ose kolečka h nasazené a do zubův kolečka l sa hající, pootáčí se kolečko l o jeden zub, když otočilo se kolečko h jednou, čili když otočil

Obr. 824.



Obr. 825.



se kotouč 100kráté. Pomocí kotoučkův kk_1 lze desku, na níž jsou osy koleček h a l upevněny, posouvat tak, že kolečko h zuby svými do šroubu bezkonečného g zasáhá, aneb nezasáhá. Bylo-li po jistou dobu, kterou dávala syrena tón stále stejně vysoký, kolečko h ve spojení se šroubem g a ukazuje-li na konci té doby ručička kolečka l na oddíl 12., ručička kolečka h na oddíl 80., což naznačuje ručička kolečka l , že otočil se kotouč 1200kráté, a ručička kolečka h , že otočil se mimo to ještě 80kráté. Uhrnem otočil se tudíž kotouč 1280kráté a má-li 24 otvorův, tak že vzuiká každým jeho otočením 24 rázův, což bylo v té době rázův $1280 \times 24 = 30720$. Byl-li tento počet rázův vykonán za minutu, připadá na vteřinu

$30720 : 60 = 512$ rázův a číslo 512 jest prostá výška příslušného tónu.

Jednodušším způsobem lze stanovit prostou výšku tónu ozubeným kolečkem, jež, rychle se otáčejíc, zuby svými do tenkého pružného plátku naráží a způsobuje tón, jehož výšku z počtu oběhův a počtu zubův kolečka lze vypočísti. Má-li ku př. kolečko 200 zubův a otočilo-li se 15kráté, jest počet rázův $200 \times 15 = 3000$, a otáčelo-li se kolečko 6 vteřin, jest $3000 : 6 = 500$ prostá výška tónu.

Aby ucho mohlo tón pojmonti, nesmí býti počet výchvějů v jedné vteřině, t. j. prostá výška tónu, menší než 16 a nesmí přesahovati 24000.

231. Stupnice tónův. Mezi dvěma tóny rozličné výšky lze si mysliti nesčíslný počet jiných tónův; uchu lahodí však nejvíce jen jisté určité pořadí osmi tónův, z nichž poslední dvakráté tolik výchvějů ve vteřině koná, co tón první, s nímž jaksi v jediný tón splývá. Takové pořadí tónův jmenuje se *stupnice diatonická*.

První tón toho pořadí jmenuje se *prima*, druhý *sekunda*, třetí *terce*, čtvrtý *kvarťa*, pátý *kvinta*, šestý *sexta*, sedmý *septima* a osmý *oktáva*.

Soujem k sobě náležejících osmi tónův jmenuje se též *oktavou* a každý z těchto tónův může býti opět tónem základným pro pořadí tónův vyšších.

Ku naznačení tónův užíváme sedmi písmen, totiž *C, D, E, F, G, A, H*, jež v nižších a vyšších oktávách zvláště se označují. V I oktávě vyznačují se tóny velikými písmeny s dvěma čárkami, pod písmena připsanými; v II.

oktavě velikými písmeny s jednou čárkou, pod písmena připsanou; v III. oktávě velikými písmeny; ve IV. oktávě malými písmeny; v V. oktávě malými písmeny s jednou čárkou nad písmeny; v VI. oktávě malými písmeny s dvěma čárkami nad písmeny atd.

Dělíme-li prosté výšky tónův některé oktavy prostou výškou primy, kterou bereme za tón základný, značí podíly *poměrnou výšku* tónův této oktavy, i jest pak

	prima	sekunda	terce	kvarta	kvinta	sexta	septima	oktava
	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>A</i>	<i>H</i>	<i>c</i>
<i>poměrná výška:</i>	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

Tóny, jež zároveň znějíce uchu lahodí, jsou *souzvučné*; činí-li tóny zároveň znějící dojem nepřijemný, jmenují se *nesouzvučné*. *Prima* jest nesouzvučná s *sekundou* a *septimou*, s ostatními tóny oktavy jest souzvučná. — Tři zároveň znějící souzvučné tóny slovou *akkord*. Nejvíce lahodí uchu akkordy: prima, terce a kvinta a pak prima, kvarta a sexta.

Dělíme-li poměrnou výšku tónu poměrnou výškou hlubšího, předcházejícího tónu, značí podíl odlehlost č. *mezeru* (intervall) těch dvou tónův.

Ve stupnici diatonické jsou

	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>A</i>	<i>H</i>	<i>c</i>
<i>poměrné výšky</i>	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
<i>pročež značí čísla</i>	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	—

mezery dvou tónův přímo za sebou následujících.

Mezery $\frac{9}{8}$ a $\frac{10}{9}$ nazývají se mezery *celých tónů* a $\frac{16}{15}$ slove *mezera půltónu*. Jak patrně, jsou ve stupnici diatonické mezery dva celé tóny, pak následují půltón, tři celé tóny a konečně půltón. Má-li zachovati se pořádek tento vždy, musíme, učinivše jiný tón stupnice, ku př. *D* neb *F*, tónem základným, některé tóny zvýšiti neb snížiti. Zvýšení značí se v hudbě znamenkem \sharp a připojením slabý *is* k písmeni, snížení znamenkem \flat a připojením slabý *es*. Na místě *Hes* říká se *B*.

Vložíme-li do diatonické stupnice tóny zvýšené a snížené, vznikne tak zvaná *stupnice chromatická*, kteráž má v každé oktávě 13 tónův, poněvadž některé tóny jsou tak nepatrně od sebe rozdílné, že lze pokládati je za tentýž tón, jak patrně z přehledu následujícího:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>C</i>	<i>Cis</i> (<i>Des</i>)	<i>D</i>	<i>Dis</i> (<i>Es</i>)	<i>E</i> (<i>Fes</i>)	<i>Eis</i> <i>F</i>	<i>Fis</i> (<i>Ges</i>)	<i>G</i>	<i>Gis</i> (<i>As</i>)	<i>A</i>	<i>Ais</i> (<i>B</i>)	<i>H</i> (<i>ces</i>)	<i>c</i> (<i>His</i>)

232. Znění strun. a) Výška tónu struny, chvějící se spůsobem v odst. 227. vytknutým, spravuje se délkou, tloušťkou, napnutím a hutností struny, a sice:

1. Struny *nestejně dlouhé*, ale *stejně tlusté*, *stejně napnuté* a *stejně hutné*, dávají *tóny výšky nestejně* a *sice* dává struna, 2, 3-, 4... *kráté delší*, *tón* 2-, 3-, 4... *kráté hlubší*.

Peněvadž jest *výška tónu* v *převráceném poměru* k *délce struny*, *patrně*, že značí-li čísla: $1 \quad \frac{3}{8} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2$ *poměrnou výšku tónův*:
C D E F G A H c
 budou značiti čísla: $1 \quad \frac{8}{9} \quad \frac{4}{5} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{3}{5} \quad \frac{8}{15} \quad \frac{1}{2}$ *délky též struny*, když dává *postupně tóny stupnice diatonické*.

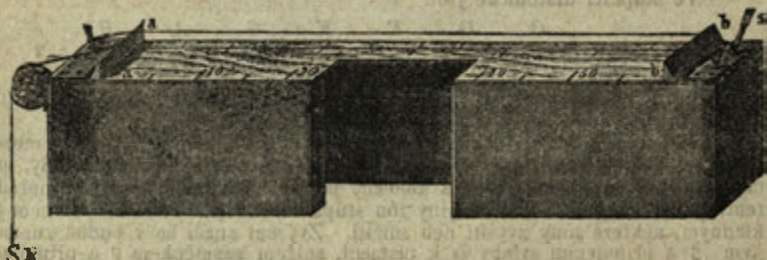
2. Struna, která od jiné liší se pouze *tloušťkou*, dává *tón* 2-, 3-, 4-... *kráté hlubší*, je-li 2-, 3-, 4-... *kráté tlustší*.

3. Struna 4-, 9-, 16-... *n²kráté napnutější* než jiná, která toliko *napnutím* od ní se liší, dává *tón* 2-, 3-, 4-... *kráté vyšší*.

4. Struna 4-, 9-, 16-... *n²kráté hutnější*, než jiná, která pouze *hutností* od ní jest *rozdílná*, dává *tón* 2-, 3-, 4-... *kráté hlubší*.

Zákony právě *vytknuté* lze *dokázati strunákem*, který, *maje obyčejně* jen *jednu strunu*, také *samostrun* (monochord) se *nazývá* a *tak upraven jest*,

Obr. 326.



aby *tatáž struna* *posouváním podstavcem aa* neb *bb* (obr. 326.) *mohla se skracovati* neb *prodlužovati* a *závažím na háček h* *zavěšeným více* neb *méně* se *napínati*. *Vyměníme-li strunu* tu za *jinou, tlustší* neb *hutnější*, lze *dovoditi strunákem* *též zákony*, v *odst. 2. a 4. vytknuté*. *Abychom mohli tón*, *jež struna dává*, s *jiným tónem porovnatí*, *bývá na strunáku ještě jedna struna*, která *kolíčkem s* *tak se napne*, aby *dávala tón základní*.

Na *fortepianě*, *klavíru* a *harfě* jsou *struny nestejně dlouhé*, *nestejně tlusté* a *nestejně napnuté*, *pročež dávají tóny nestejně vysoké*, a *sice* *nejdelší*, *nejtlustší* a *nejméně napnuté* dávají *tóny nejhlubší*. — Na *houslích* a na *kytáře* jsou *struny stejně dlouhé*, ale *nestejně tlusté*, *nestejně napnuté* a *nestejně hutné*; *nejtlustší*, *nejméně napnuté* a *nejhutnější* dávají *tóny nejhlubší*. — *Basa má struny dlouhé* a *tlusté*, *proto dává tóny hluboké*. — *Tatáž struna dává i více tónův* *nestejně vysokých*, když *přitlačeným prstem* *délka její přiměřeně se* *změní*.

b) *Přiložíme-li lehounce prst* na *strunu* v *polovici*, *třetině*, *čtvrtině* atd. *její délky* a *uvedeme-li kratší část její* v *pohyb* (obr. 327) *rozdělí se struna* ve 2, 3, 4, *vůbec* v *tolik stejných dílův*, v *kolikátém dílu délky prst* *jsme přiložili*. *Každý oddíl struny* *chvěje se sám o sobě*, *sousední oddíly* *chvějí se sice* *současně*,

ale směrem protivným, a body na rozhraní oddílův ležící, jako ku př. k_2 a k_3 , zůstávají v klidu a zovou se *uzly*.

Obr. 327.



Navěsíme-li na strunu po celé délce její přehnuté proužky papíru (jako jezdc), nahromadí se proužky v uzlech k_2 a k_3 , což důkazem, že uzly v klidu zůstávají.

Struna v oddílech se chvějící dává tón tím *vyšší*, čím kratší jsou oddíly, t. j. čím více jest oddílův, ve které struna se rozdělila. Tóny, jež dává struna, v oddílech se chvějící, zovou se *flažoletové* č. *ptačí*.

Aeolova harfa *) má několik stejných a stejně napnutých strun, jež dávají tudíž tóny *stejně vysoké*. Zavěsíme-li však harfu do průvanu, chvějí se struny v oddílech, ale počet oddílův jest u každé struny jiný, poněvadž proud vzduchu nenaráží na všechny struny stejným způsobem; vznikají tudíž tóny velmi *rozmanité*, ale vždy vespolek *souzvukné*. — Podobně znějí i napnuté *dráty telegrafické*, když na ně proud vzduchu naráží.

233. Znění pružných tyčí. a) Upevníme-li dlouhou pružnou tyč jedním koncem ve svěráku (obr. 320.) a vyšíneme-li druhý konec z polohy rovnovážné, chvěje se tyč *příčně*. Chvěje li se dosti rychle, dává tóny, jejichž výška spravuje se délkou, tloušťkou a pružností tyče a způsobem, jakým jest tyč upevněna. Přiložíme-li prst volně k některému oddílu tyče, chvěje se tyč jako struna v oddílech a dává tóny vyšší.

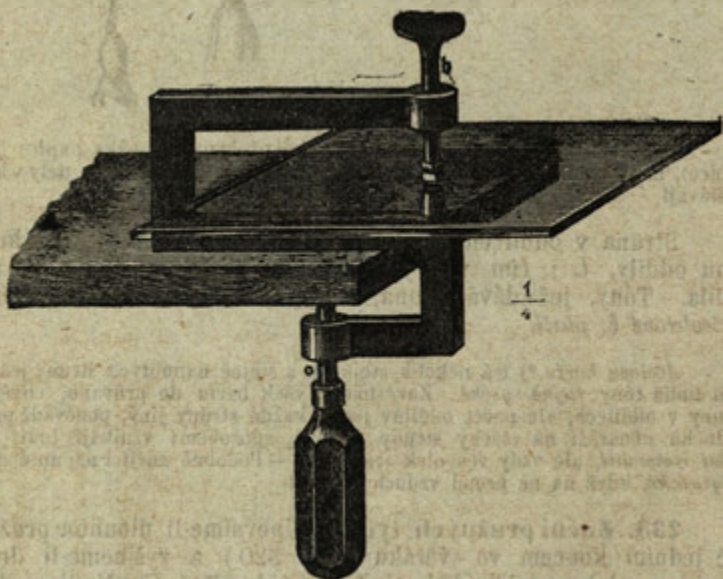
Ladička č. *laděcí vidlice* jest ocelová tyčinka ve dvě rovnoběžná ramena zahnutá a na ohybu rukověti opatřená, tak že dvouramenné vidlici se podobá. Narazíme-li jedním koncem jejím o tvrdý předmět, dává vidlice tón, a, dle jehož výšky hudební nástroje se *ladí*, t. j. tak upravují, aby jejich tón a měl tutéž výšku. — *Železné housle* záležejí v tyčích železných, jedním koncem upevněných, jež smyčcem ve chvění a znění se *přivádějí*. — *Brací strýce* jsou ocelové hřebeny, jejichž zuby (tyčinky) *přivádějí* se ve chvění a znění nůtky, zasaženými do válčků, kolem hřebene se *otáčejícího*. — Když hodiny naše *bijí*, naráží palička na dráty spirálně *zatočené* a jedním koncem *upevněné*. — Jsou li *tyče* na obou koncích *podepřeny*, chvějí se jako struny.

*) *Aeolus*, v řeckém bájesloví bůh větrů.

Takové tyče skleněné nebo dřevěné přivádějí se ku znění nárazem paličky. — Tak zvaný *triangl*, jehož užívá se též v hudbě, jest tyč do trojhranu zahnutá, na niž se naráží.

b) Upevníme-li tyč u prostřed, neb na jednom aneb na obou koncích a *třeme-li ji po délce*, chvěje se tyč *podélně* a dává tón *vyšší*, než kdyby chvěla se *příčně*, a sice tím vyšší, čím kratší jest tyč a čím rychleji a úsilněji se tře.

Obr. 328.

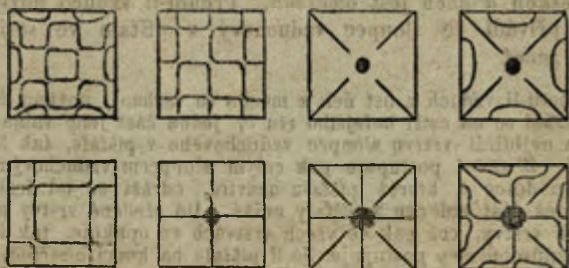


234. Znění desk. a) Upevníme-li *skleněnou* neb *kovovou* desku pravidelného tvaru ve vodorovné poloze do svěráku, jak znázorněno obr. 328., a *třeme-li ji* na přibroušeném pokraji smyčcem, chvěje se deska v oddílech a dává jistý tón. Sousední oddíly desky chvějí se současně směrem protivným (střídavě jeden dolů, druhý nahoru) a části desky mezi dvěma sousedními oddíly zůstávají v klidu, tvoříce tak zvané *čáry uzlové*.

Posypeme-li desku jemným suchým pískem, nahromadí se tento na uzlových čarách, čímž vznikají tak zvané *obrazce Chladného* (obr. 329.), jichž tvar mění se *výškou tónu, tvarem, hmotou a velikostí desky*, jakož i *místem*, kde deska jest upevněna a kde se tře. Dotkneme-li se desky v některém místě volně prstem, jest tvar obrazce jiný, poněvadž v místě, kde desky se dotýkáme, uzel vzniká. Poněvadž lze desku kdekoliv upevniti, kdekoliv ji tříti a kdekoliv prst k ní přiložiti, možno nescialný počet obrazců na desce vytvořiti.

b) Napnuté blány okrouhlé, jaké jsou ku př. na bubnech, chvějí se obvykle celé, nemajíce čar uzlových; chvějí-li se v oddílech, tvoří uzlové čáry kruhy soustředné.

Obr. 329.



c) Zvony, jež lze pokládati za prohlubené desky, chvějí se v oddílech jako desky rovné, pročež i u zvonů místa mezi dvěma sousedními, současně protivným směrem se chvějícími částmi v klidu zůstávají.

Zavěsíme-li lehoučké kuličky z bezové duše na nítích tak, aby zvonu se dotýkaly, zůstávají kuličky v klidu na místech, kde vznikají čáry uzlové. Obrátíme-li zvon otvorem vzhůru, naplníme-li jej asi do polou vodou, jejíž povrch plavňovými výtrusy posypeme, a třeme-li pokraj zvonu smyčcem, naznačuje prášek taktéž čáry uzlové zcela patrně.

Užívání zvonů jest známo. — Skleněná harmonika skládá se ze zvonkův skleněných, na určité tóny naladěných, jež, jsouce na společném hřídeli nasazené, kolem společné osy se otáčejí a navlhčenými prsty, na pokraje jejich přitlačenými, ve chvění a znění se přivádějí. — U jiných hracích strojů zvukových naráží se na zvonky paličkou. — Talíře (řínkačky), jichž užívá se v hudbě, jsou dvě desky mosazné, jež přivádějí se ku znění, když jednou do druhé se naráží.

235. Znění vzduchu. V dechových nástrojích jest znějícím tělem vzduchový sloupec, v nástroji uzavřený, pročež spravuje se výška tónu pouze sloupcem vzduchu, nikoliv pak hmotou nástroje, kterou řídí se toliko ráz a síla tónu.

Vzduch přivádí se ku podélnému chvění a znění zhušťováním a zředováním vrstev, jakož bylo vyloženo v odstavci 229. b).

a) Pišťaly retné. Obr. 330. znázorňuje pišťalu retnou, do níž proudí vzduch úzkou trubčicí, tak zvanou noškou; hranol, který jádrem

Obr. 330.



slove a trubici *bá* od nožky odděluje, nedopouští pak vzduchu jinudy z nožky unikati leč úzkou štěrbinou u *c*, kdež naráží proud vzduchový na ostrou hranu, tak zvaný *hořejší ret b*, pcd nímž jest otvor *ab*, který *ústím* se nazývá a kterým vzduch z nožky do vzduchu vnějšího unikati může. Píšťala, jejíž délka měří se teprv od *b*, jest na konci *zavřena* deskou *d* aneb jest *otevřena*. Proudí-li vzduch nožkou stále do píšťaly, přivádí se sloupec vzduchový v píšťale ve *stojaté podélné chvění a znění*.

Proudí-li vzduch z úst neb z měchu (u varhan), nožkou do píšťaly *zavřené*, rozráží se na ostří hořejšího rtu *b*, jedna část jeho vniká do píšťaly a naráží na nejbližší vrstvu sloupce vzduchového v píšťale, tak že vrstva tato se zhuští. *Zhuštění* postupuje pak celým sloupcem vzduchovým ve způsobu *vlny* až ku desce *d*, kteráž píšťalu uzavírá, odráží se od desky nazpět až k ústí, kdež část vzduchu z píšťaly uniká. Do zředěné vrstvy proudí vzduch z nejbližší vrstvy, což pak ve všech vrstvách se opakuje, tak že též *zředění* ku *d* ve způsobu *vlny* postupuje. Je-li píšťala na konci *otevřena*, vychází *zhuštěný* vzduch otvorem u *d* do vzduchu vnějšího. Setravností uniká však v píšťaly více vzduchu než jest třeba, aby byla v rovnováze hustota vzduchu v píšťale a hustota vzduchu vnějšího. Na konci píšťaly bude tudíž vzduch *zředěn*, pročež proudí tam vzduch z vrstvy sousední tak dlouho, až jest tam hustota táž jako hustota vzduchu vnějšího. Tím bude opět druhá vrstva vzduchu *zředěna* a *zředění* postupuje od konce píšťaly až k ústí, kterým vniká do *zředěné* vrstvy vzduch vnější, tak že jest v píšťale při ústí tak jako na *otevřeném* konci hustota vzduchu táž jako vzduchu vnějšího. Octne-li se na *otevřeném* konci vrstva *zředěná*, opakuje se postup právě vytknutý způsobem opácným. I v tomto případě má vzduch na obou koncích píšťaly hustotu vzduchu vnějšího.

Tón píšťaly jest tím *vyšší*, čím *kratší* jest píšťala. Silnějším fonkáním vznikají v též píšťale tóny *vyšší* a sice přibývá výšky tónů, postupným silnějším fonkáním vznikajících, v píšťale *zavřené* jako velikosti čísel lichých za sebou následujících 1, 3, 5, 7 atd., v píšťale *otevřené* jako velikosti čísel v pořadí přirozeném 1, 2, 3, 4, 5 atd. — Píšťala *otevřená* dává základní tón *dvakrát* tak vysoký, jako píšťala *zavřená*, stejně dlouhá. Uzavírá-li se píšťala na konci *ústem*, lze tento výše neb níže posouvatí a tón píšťaly *uzavřené* takto snížití neb zvýšití.

Stejným způsobem vznikají tóny v *píšťale pasířské* a ve *flétně*, jakož i v *pikkole*.

b) *Píšťala jazýčková* jest trubice *mn* (obr. 331.), dole *zavřená*, nahoře *otevřená* a po jedné straně opatřená štěrbinou, k níž přiléhá pružný plátek kovový, tak zvaný jazýček z; trubice *mn* vězí ve trubici širší *ou*, do které nožkou o vzduch z měchu proudí. Do otvoru jazýčkové píšťaly nasazuje se mnohdy nálevkovitá trubice *R*.

Vzduch, přicházející nožkou o do trubice *ou*, uniká štěrbinou jazýčkové píšťaly *mn* a nasadou *R* do vzduchu vnějšího, čímž přivádí se ve chvění jazýček, který štěrbinu střídavě uzavírá a otevírá, čímž vzbuzuje se v píšťale tón jako u syreny (str. 307.)

Tón píšťaly jazýčkové jest tím *vyšší*, čím *rychleji* jazýček se chvěje. Drátěnou ručičkou posouvnou k možno chvějící se část jazýčka skrátití a tón zvýšití, aneb prodloužití a tón snížití.

Píšťaly jazýčkové jsou harmonika ústní, harmonika taňací (s měchen) a flaharmonika, klarinet, oboe, fagot a dětské trubky.

Hlasové ústrojí lidské podobá se píšťale jazýčkové. Nejdůležitější částí jeho jsou: *chřtán*, t. j. hořejší rozšířený díl *průdušnice*, jehož blánovitá stěna vychází nahore ve dvě pružných *svazův*, které zůstávají mezi sebou toliko

Obr. 331.



Obr. 332.



úzkou štěrbinou hlasovou. Nad štěrbinou jest chrupavkový *příklop* č. *jazýček*, jednou stranou přirostlý, jinak hybný, který štěrbinu otevírá, když vzduch z plic proudí. Jsou-li svazy popuštěny, jako ku př. při dýchání, tu nevzniká hlas; jsou-li pak svazy napnuty, *chvějí se* silným a stejnoměrným proudem vzduchu z plic unikajícího, čímž vzniká *tón*, který jest tím vyšší, čím více jsou svazy napnuty a čím užší jest štěrbinu hlasová.

c) V mosazných troubách, jichž v hudbě se užívá, přivádí se vzduch ve chvění a znění jednoduchým foukáním vzduchu z úst do nálevkovitě rozšířeného ústí jejich, jež ke rtům se přikládá.

Výška tónu spravuje se délkou trouby a úsilím, jímž do ní se fouká.

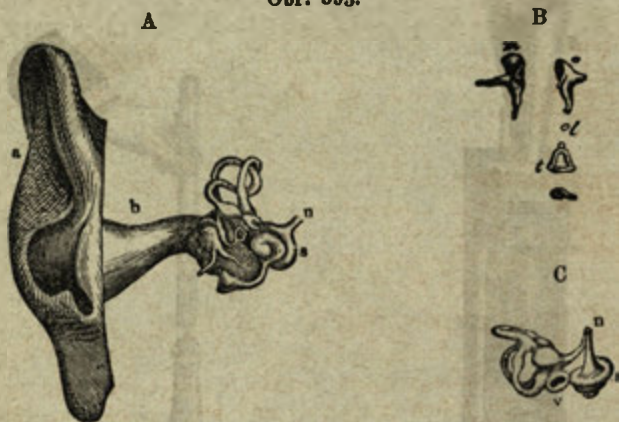
Přiklopíme-li na plamen vodíkový zvolna skleněnou neb plechovou trubici (obr. 332.), vzniká účinkem výbuchů, rychle za sebou následujících, v jistém místě trubice *znění*. Přístroj takový jmenuje se *chemická harmonika*.

B. Rozvádění a slyšení zvuku.

236. Ústrojí sluchové jest *ucho*, jímž zvuk k vědomí našemu dochází. Ucho záleží v části *vnější* a v části *vnitřní*.

Vnější částí ucha jest *boltec a* (obr. 333. A), který zvuk přijímá a zúžen jest ve *zvukovod b*, na konci pružnou blanou, tak zvaným *bubínkem c* uzavřený. Za bubínkem jest pak v lebce tak zvaná *dutina bubínková*, v níž jsou *kůstky sluchové*, dle tvaru svého pojmenované, a sice: *kladívko m* (obr. 333. B), které jedním koncem dotýká se bubínku *c*, druhým pak *kovadlinky o*, která *čočkovitou kůstkou l* spojena jest se *třmín-*

Obr. 333.



kem t. Třmínek přiléhá pak ke *bludišti* (obr. 333. C), jež skládá se ze tří dutin, totiž z *předstně*, *závitu* a *obloukovitých chodeb*. *Předstně* jest malá vejčitá dutina, která se závitem, s chodbami a pomocí *blány podélné* v též s bubínkem souvisí. *Závit* s podobá se skořápce hlemýždě a jest trubice poněkud se úzící, $2\frac{1}{2}$ krátě zavinutá; s bubínkem souvisí tak zvanou *blánou okrouhlou*. *Chodby* jsou tři úzké polokruhové trubice, jichž roviny stojí na sobě téměř kolmo. Ve všech třech částech bludiště jest jasná bílkovitá *kapalina*, ve které se rozestírá *sluchový nerv n*, z mozku do závitu a předstně vcházející.

Chvění bubínku převádí se kůstkami sluchovými až ku bláně podélné kteráž, chvějíc se, způsobuje chvění kapaliny ve bludišti uzavřené. Kapalinou rozvádí se pak chvění až ku nervu v ní splývajícímu a nervem sdělují se pak dojmy sluchové mozku.

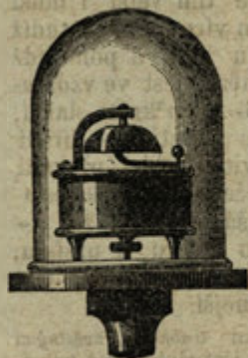
Dutina bubínková jest spojena tak zvanou *trubicí Eustachovou* s ústy, aby vzduch v dutině měl tutéž hustotu, jako vzduch vnější. Tím vysvětleno spolu, proč lidé přibluhají ústa otvírají, chtějíce lépe slyšeti.

237. Rozvádění zvuku. a) Z těla zvučícího dochází zvuk do ucha našeho obyčejně *vzduchem*; mohou však i jiná tělesa *vzdušná* jakož i *kapaliny* a *tělesa pevná* zvuk rozváděti, mají-li jen dostatečnou *pružnost*.

Postavíme-li pod poklop vývěvy budíček (obr. 334.) a zředuujeme-li pod poklopem vzduch, slyšíme zvuk budíčku tím slaběji, čím více vzduch se zředuje. — Potopíme-li se ve vodě, slyšíme zvuk, na břehu vznikající, ve vodě

jako ve vzduchu. — Dáme-li k jednomu konci tyče kapesní hodinky a přiložíme-li ke druhému konci ucho, slyšíme cvakání hodinek, byť i tyč byla velmi dlouhá. — Přiložíme-li ucho k zemi, slyšíme kročeje lidské z dálky značné.

Obr. 334.



Obr. 335.



Každá částice zvučícího těla jest při pohybu svém středem kulovité vlny, která ve vzduchu způsobem v odst. 229. a) vytknutým postupuje. V jisté vzdálenosti od zvučícího těla vzaiká pak ze všech těchto kulovitých vln jediná kulovitá vlna, která postupuje způsobem v obr. 335. znázorněným až do ucha.

b) Poněvadž vlna kulová ve vzduchu *postupně* se šíří, patrně, že i zvuk jen postupně, t. j. v určitém čase s místa k místu se rozvádí.

Ve vzduchu šíří se zvuk při teplotě 0° rychlostí 1050', t. j. koná v každé vteřině dráhu 1050'. Čím teplejší a vlhčí jest vzduch, tím rychleji postupuje v něm zvuk, a sice přibývá při každém $1^{\circ} C$ teploty rychlosti 2'. Větrém v témž směru postupujícím zvětšuje se rychlost zvuku, věje-li vítr směrem protivaým, zmenšuje se rychlost zvuku.

Rychlost zvuku ve vzduchu byla od francouzských učenců vypočtena tím způsobem, že na dvou od sebe vzdálených místech byla v noci střídavě vypalována děla a na obou místech byla stanovena doba, jež uplynula od okamžiku, kdy zablesknutí ohně bylo viděti, až k okamžiku, kdy výstřel bylo slyšeti. Rychlost světla jest tak veliká, že ve vzdálenosti, v níž děla se nalézala, bylo zablesknutí viděti *okamžitě*, výstřel bylo však slyšeti *později*. Ze vzdálenosti obou míst a času, jehož zvuk potřeboval, aby s jednoho místa k druhému se rozšířil, byla vypočtena dráha, kterou zvuk za vteřinu koná.

Při bouři vidíme blesk dříve, hrom slyšíme však tím *později*, čím více mrak od nás vzdálen. Znásobíme-li 1050' počtem vteřin mezi zablesknutím a hrombitím uplynulých, vypočteme vzdálenost mraku. — Díváme-li se na řadu vojáků, dle zvuku bubnu postupujících, ze vzdálenosti poněkud značnější, zdá se nám, že kroky své neřídí dle zvuku bubnu, neboť dochází zvuk do ucha našeho *později*.

Ve vodě jest rychlost zvuku 4-3krát větší než ve vzduchu; v tělesích pevných jest mnohem větší než ve vzduchu, a sice v cínu

7 $\frac{1}{2}$ kráte, ve stříbře 9kráte, v litém železe 10 $\frac{1}{2}$ kráte, v mědi 12kráte, ve skle 17kráte, ve dřevě 11—16kráte atd.

c) Šíří-li se zvuk ze zvučícího těla ve všech směrech, *ubývá mu síly do dálky čtverečně*, neboť přechází zhuštění a zředění vzduchových vrstev kulovitých na koule čím dále tím větší i musí toutéž silou polybovati se částic čím dále tím více; *ubývá tudíž zvuku síly tou měrou, kterou přibývá povrchu kulí*, a poněvadž povrchy kulí mají se k sobě jako čtverce poloměru, jest ve vzdálenosti 2-, 3-, 4... nkráte *větší* zvuk 4-, 9-, 16... n²kráte slabší, pročež ve vzdálenosti značnější nelze již zvuku slyšeti. — Šíří-li se zvuk pouze jedním směrem, ku př. ve válcovité trubici, *převádí se pohyb na stejně veliké vrstvy vzduchu, pročež zvuk se neseslabuje* a tudíž ve vzdálenosti velmi značné slyšán býti může. — Šíří-li se zvuk ve trubici kuželovité od širšího otvoru k užšímu, *přibývá mu síly*, neboť převádí se pohyb na vrstvy vzduchu čím dále tím menší a jest tudíž čím dále tím úsilnější.

Obr. 336.



Válcovitými *trubkami zvětšnými* (komunikačními) jest slyšeti řeč mluvícího do dálky velmi veliké; slouží v továrnách, aby správce ze své světnice i do nejdlehlších částí továrny mohl rozkazy dávat i odtud zprávy přijímati. — *Sušátkem* (obr. 336.) sesiluje se zvuk, když přihluchlý úzký otvor jeho do ucha vsouvne a otvor širší k mluvícímu obrátí.

Zvuk jest tím *silnější*, čím *větší* jest hmota zvučícího těla, čím *úsilněji* tělo se chvěje a čím *hustší* jest zvukovodič. Ve směru, jímž zvuk vzniká, a ve směru větru jest síla zvuku *největší*.

Čím větší jest zvon, tím silnější zvuk dává. — Rána z děla jest silnější než z ručnice. — Čím úsilněji struna smyčcem se tře aneb čím úsilněji na ni se udeří, tím silnější tón dává. — Na vysokých horách jest vzduch řídký, proto výstřel z ručnice slabě tam slyšeti. — Pod poklopem vývěvy zní buďček tím slaběji, čím více vzduch se zředí. — Střelbu z děl slyšíme silněji, když ucho k zemi přiložíme. — Stojíme-li před mluvícím, slyšíme řeč silněji. — Zvuk zvonů ze sousedních dědin slyšíme, když vítr směřuje od dědin k nám; má-li vítr směr protivný, není zvonů slyšeti.

Přechází-li zvuk z jednoho prostředí do druhého, *seslabuje se*, poněvadž na rozhraní každého prostředí část zvuku do předcházejícího prostředí nazpět se odráží a tudíž jen část do následujícího prostředí postupuje.

Z toho snadno lze vyložití, proč dvojíty okny a dvojíty dveřmi zvuk tak velice se seslabuje.

238. Odraz zvuku. Postupuje-li zvuková vlna ze vzduchu ku skalám, stromům, mrakům, z *hustší* vrstvy vzduchu do *řidší* neb naopak, tož rozděluje se na rozhraní dvou nestejně hustých neb nestejně pružných prostředí ve dvě části, z nichž jedna do no-

vého prostředí vniká, druhá pak do předešlého prostředí (vzduchu) nazpět se odráží. Odražená vlna zvuková působuje v ústrojí sluchovém dojem, jehož původ (t. zvučící tělo) tam zdá se býti, odkud zvuk se odráží.

a) Můžeme-li zvuk odražený od *původního*, přímým směrem do ucha vnikajícího zvuku *dokonale* rozeznati, slove odražený zvuk *ozvěnou* (Echo) zvuku *původního*.

Ozvěna vzniká, přichází-li *odražený zvuk* do ucha teprv tehdy, když *původní zvuk* byl již slyšán a ucho *novému* dojmu jest přístupné. Za vteřinu může ucho pojmuti jen asi 9 rozličných zvuků, pročez trvá dojem jednoho zvuku $\frac{1}{9}$ vteřiny. Má-li býti *odražený zvuk* od *původního dokonale* rozeznán, t. j. má-li *ozvěna* povstati, musí *odražený zvuk* dostiti ucha o $\frac{1}{9}$ vteřiny *později*, než zvuk *původní*. Vzbuzuje-li *posluchač sám* nějaký zvuk (ku př. vystřelí-li z bambitky), musí býti místo, od něhož zvuk *se odráží*, nejméně tak vzdáleno, aby zvuk *postupující* a *odražený* potřeboval ku vykonání dráhy *ku předu* a *nazpět* $\frac{1}{9}$ vteřiny. Za $\frac{1}{9}$ vteřiny koná pak zvuk dráhu $1050' : 9 = 116'$.

Abyste *ozvěna* povstala, musí zvuk od *zvukobudiče* k *tělu*, od něhož zvuk *se odráží*, a od *těla* toho nazpět dráhu $116'$ vykonati, musí tudíž *tělo*, od něhož *se zvuk odráží*, býti od *posluchače* $116' : 2 = 58'$ vzdáleno.

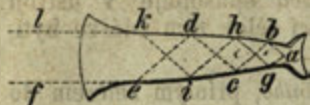
Je-li *stěna*, od níž zvuk *se odráží*, pouze $58'$ od *posluchače* vzdálena, vzniká *ozvěna jednoslabičná*, t. j. opétuje se pouze poslední slabika slova. Je-li *stěna* 2., 3., 4., ... *kráté* $58'$ vzdálena, vzniká *ozvěna* dvě-, třé-, čtyř-, ... *n-slabičná*. Opakuje-li se poslední slabika *vícekráté*, jest *ozvěna* *vícerozásobná*, což děje se tehdy, odráží-li se zvuk od několika stěn tak položených, že přichází od nich do ucha *postupně* nejméně po $\frac{1}{9}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{9}$... vteřiny, neb jsou-li *dvě* stěny *spolu rovnoběžny*, aneb *stýká-li se více stěn* *spolu v úhleh*.

Nejznamenitější ozvěny jsou v *Abrspachu* blíž Trutnova, kdež *sedmi-slabičné* slovo *3kráté* se opakuje, v *zámku Simonetta* u Milána, kdež *vystřel* z okna *hlavního stavení* od obou křídel *pobočných* tak *se odráží*, že jest ho *65kráté* slyšeti — V *chrámech*, v *divadlech* a *jiných podobných budovách* musí *stěny* upravit se tak, aby nemohl zvuk od nich *pravidelně* se odrážeti a aby nemohla *ozvěna* povstati. — *Vychází-li* zvuk z jednoho *ohniska elipsy*, odráží se od *obvodu jejího* do *ohniska druhého*. Má-li tudíž *světnice stěny* *elipsovité*, jest slyšeti zvuk v jednom *ohnisku* způsobený ve *druhém ohnisku* zcela *patrně*. — Tak bylo upraveno *ucho Dionysovo* v *Syrakusách*, t. j. *vězení* v *kamenném lomu* zřízené, v němž nebylo lze *věžňům* promluvit mezi sebou, aby nebyli slyšeni na *jiném místě* *zvláštním*.

b) Je-li *stěna*, od *zvukobudiče* méně než $58'$ vzdálena, tu *přichází* zvuk *odražený dříve* než za $\frac{1}{9}$ vteřiny do ucha *posluchače* a *splývá* se *zvukem přímým* *dohromady*, čímž tento *se sesiluje*. Výjev ten *jmenuje se ozvuk*.

Ozvuk můžeme pozorovati v každé *menší světnici*, není-li v ní *nábytku*, *obrazův* atd., na kterých zvuk *se roztrhává*, tak že *pravidelně* odrážiti se nemůže. — *Rachocení hromy* *sesiluje se* *odrazem* zvuku od *lesů*, *skal*, *mraček* atd. *V odrazu* zvuku *zakládá se* *sesilování* zvuku *hláskou troubou*, jíž *užívají velitelé lodí*, aby *rozkazují* jejich i při *bouři* bylo slyšeti, a *hlásní* na *vě-*

Obr. 337.



žích, chtějí-li dolů něco oznámiti. Hlásná trouba má tvar zkomoleného kužele (obr. 337.). Mluví-li se do užšího otvoru, odrážejí se zvukové vlny, jako jako ku př. *abcdef* a *aghikl* ode stěn tak, že vycházejí ze trouby *týmž rovnoběžným směrem*, pročež zvuk velmi značně se zesiluje.

239. Spoluznění. Napneme-li vedlé sebe dvě struny tak, aby dávaly obě tentýž tón, a uvedeme-li smyčcem jednu z nich ve chvění a znění, chvěje se a dává též tón i druhá, o čemž proužkami papíru na obou stranách zavěšenými lze se přesvědčiti. Chvěje-li se jedna struna v oddílech, chvěje se v oddílech i druhá i vznikají na obou stranách uzly v těchž místech, což opět proužkami papíru na stranách zavěšenými lze dokázati. — Upevníme-li pružnou dřevěnou desku jedním koncem na podstavci a připevníme-li na druhý konec její strunu, která kolíčkem se napne a jistý tón dává, chvěje se a zní též deska; posypeme-li desku pískem, vznikají na desce obrazce Chladného. — Sblížíme-li znějícímu zvonu rouru z lepenky, přivádí se sloupec vzduchu v rourě uzavřený v jisté vzdálenosti při určité poloze roury a určité délce její ve chvění a znění, jímž znění zvonu *se zesiluje*.

Z těchto a podobných výjevů patrné, že znějící tělo může v jiném pružném těle buď přímo, buď pomocí vln vzduchových vzbuditi chvění a tudíž i znění, jež *spoluznění (resonance)* se nazývá a jímž tón původní se zesiluje a mnohdy i ráz jeho se mění.

Ladička dává ve vzduchu tón slabý, podepře-li se však nožkou na stůl, skříni atd., jest tón její značně silnější. — U všech nástrojů strunových jsou pod strunami pružné desky resonanční, jichž spoluzněním tóny strun se zesilují. — Pro hudebníky staví se zvláštní *podium*, jímž zvuky hudby se zesilují. — *Drnkáčka* dává tón velmi slabý. Sevřeme-li ji zuby, zní spolu s ní vzduch v ústech, pročež tón její se zesiluje.



Oddíl desátý.

Nauka o světle. (Optika.)

A. Šíření se světla.

240. Světlo. Předměty vidíme, jen když jsou *jasné*, a původ jasnosti jest *světlo*, pročež světla k vidění nutně jest třeba.

Ve tmě hynou rostliny a chřadnou lidé i živočichové; jesti světla a tepla ku zdaru ústrojných bytostí nevyhnutelné potřeba.

Tělesa, jež sama o sobě jsou původem světla, jmenují se *svítící* (jako: stálice, tělesa hořící, hnijící dřevo, elektrické jiskry atd.); tělesa ostatní, mající jasnost od jiných, nazývají se *osvětlená* (jako: oběžnice, vlasatice a téměř všecka tělesa na naší zemi).

Některá tělesa propouštějí světlo a nezabraňují viděti, proto zovou se *prohledná* č. *průzračná* (jako: vzduch, sklo, čistá voda atd.); jiná nepropouštějí světla a jmenují se *neprohledná* č. *nepřůzračná* (jako ku př. kovy), aneb propouštějí světlo jen částečně a slovou *prosvitavá* (jako ku př. bílý papír, olejem napuštěný).

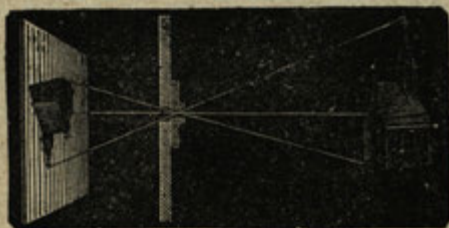
Postavíme-li mezi svítící bod a oko tělo neprohledné, zmizí ihned dojem světla; křivou trubici z hmoty neprohledné nelze svítící bod viděti a třemi otvory za sebou se nalézajícími vidíme světlo jen tehdy, když jsou všechny tři v též přímce. Nepřekáží-li tomu nějaké tělo neprohledné, vidíme svítící bod se všech stran.

Z předcházejícího patrno, že ve prostředí prohledném, naskrze stejnorodém, se šíří světlo *přímočárně* a *ve všech směrech*. Každá přímka, naznačující směr, jímž světlo od původu svého dále postupuje, nazývá se *paprsek*.

Malým otvorem v uzavřené okenici vchází z každého jednotlivého bodu osvětleného předmětu, před oknem se nalézajícího, jen jeden paprsek do světlice (obr. 338.) a osvětluje tudíž jen jediný bod na protější stěně.

Ze všech jednotlivých osvětlených bodů vytvoří se pak na stěně světlý, a jak ze směru paprskův patrno, *převrácený* obraz předmětu. Je-li malých otvorův velmi mnoho blízko sebe aneb je-li ve stěně veliký otvor (otevíráme-li okenici), splývají obrazy vespolek tak, že žádného jednotlivého obrazu nelze rozeznati.

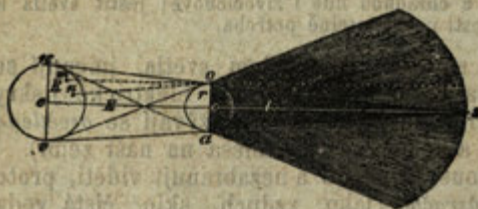
Obr. 338.



Obr. 339.



Obr. 340.



nuní se *polostín* čili *neúplný stín* a přecházejí poněnáhu v prostor zcela osvětlený.

Tvar stínu spravuje se tvarem a polohou těla neprohledného, jakož i polohou té plochy, na které za tělem neprohledným stín vzniká. Vedeme-li ze svítícího bodu neb těla tečny ke krajům těla neprohledného a prodloužíme-li je až na plochu, na které stín se vytvořuje, můžeme tvar stínu geometricky sestrojiti.

Značí-li *vw* (obr. 340.) slunce a *ao* zemi naší a přichází-li měsíc do plného stínu země *aos*, vzniká *zatmění měsíce*, jež bývá *úplné*, když měsíc *celý*, a *částečné*, když měsíc jen *s částí* v plném stínu země se nalézá. — Značí-li *vw* slunce a *ao* měsíc a octne-li se země v plném stínu měsíce *aos*, vzniká *zatmění slunce* (vlastně *zatmění země*), jež bývá *úplné* na místech, která jsou v plném stínu, *částečné* na místech, která jsou v *polostínu*. Když konec plného stínu měsíčního země nedosahuje, vzniká *kruhovitě č. středně* zatmění slunce, poněvadž měsíc, jsa mnohem menší, pouze *střed* slunce neviditelným činí.

Tak zvané obrazy a hry stínové zakládají se ve tvaru stínu. — V kreslení a malbě nutno ke stínu přiblížeti. — Z délky stínu stromu lze výšku jeho určití. Postavíme-li vedle stromu svislé tyč známé délky, jest *výška stromu*

241. Stín. Poněvadž šíří se světlo přímočárně, nemůže do prostoru *nrsm* (obr. 339.) za tělem neprohledným *rs* ze svítícího bodu *o* žádný paprsek vniknouti. Nemá-li prostor ten odjinud světla, zůstává zcela tmavým a jmenuje se *plný stín*.

Přichází-li na tělo neprohledné *ao* (obr. 340.) světlo ze svítícího těla *vw*, jež z *mnohých* svítících bodů se skládá, vzniká za tělem neprohledným *ao* *plný stín* *aos*, do prostorův sousedních přichází světlo z některých bodů svítícího těla (jako ku př. do prostoru nad *os* z bodův *m* a *n*), z některých však nemůže tam vniknouti. Tyto *částečně* osvětlené prostory jmenují se *polostín* čili *neúplný stín* a přecházejí poněnáhu v prostor zcela osvětlený.

tolikráté větší než délka tyče, kolikráté délka stínu stromu větší jest než délka stínu tyče.

242. Rychlost světla zdá se býti téměř nekonečně velikou. Ze zkoušek v této příčině konaných bylo však shledáno, že světlo k vykonání jisté dráhy potřebuje jistého času a že koná za vteřinu dráhu téměř 42.000 mil dlouhou, č. že jest rychlost světla 42.000 mil.

Obr. 341.



Rychlost světla vypočetl dánský hvězdář Römer r. 1675. na základě následujícího pozorování. Oběžnice Jupiter J (obr. 341.) má čtyry měsíce, z nichž každý, přišed za Jupitera, v stínu jeho s se octne a zatmění se musí. Je-li země v E , mezi sluncem S a Jupiterem J , nastupuje okamžik zatmění měsíce M o 986 vteřin dříve, než když jest země v E' . Měsíc M jest tak dlouho viditelný, pokud světlo z něho vycházející na cestě k zemi se nalézá. Aby světlo měsíce M , jež v okamžiku před zatměním jeho bylo vyšlo, dráhu EE' , vykonalo, potřebuje 986 vteřin a poněvadž dráha EE' , jest 41,364.000 mil, koná světlo za jednu vteřinu dráhu $41,364.000 : 986 = 41.951$ mil č. bez mála 42.000 mil. Čím blíže zemi Jupiterovi, tím dříve vykonává světlo měsíce svou dráhu, z čehož patrno, že se pohybuje světlo rovnoměrně. — Světlo sluneční dochází dle výpočtu na zemi, průměrně 20,500.000 mil od slunce vzdálenou, za 8 minut 13 vteřin č. 493 vteřin, koná tudíž za vteřinu dráhu $20,500.000 : 493 = 41.582$ mil č. téměř 42.000 mil, jako výše vytknuto.

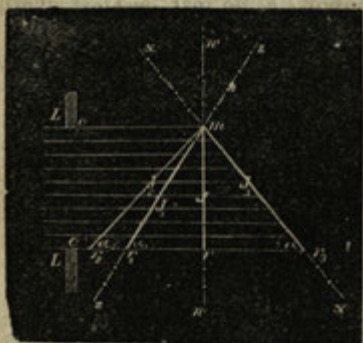
243. Světlost. a) Ve vzdálenosti 2-, 3-, 4-...kráté větší jest světlost 4-, 9-, 16-... n^2 kráté menší, t. j. světlosti ubývá ve čtverečném poměru vzdálenosti od zdroje světla.

Ze svítícího bodu se šíří světlo přímočárně ve všech směrech. Myslíme-li si svítící bod co střed dutých kulí soustředných, jsou osvětleny všechny *týmž množstvím* světla, ale světlost jejich jest ovšem *tím slabší*, čím *větší* jest povrch jejich. Značí-li R a r poloměry dvou kulí, jsou povrchy jejich $4\pi R^2$ a $4\pi r^2$, a značí-li S světlost koule, jejíž poloměr (vzdálenost od svítícího bodu) jest R a s světlost koule, jejíž poloměr jest r , tož jsou, jak bylo výše vytknuto, světlosti v *převráceném* poměru k povrchům kulí, pročež $S : s = 4\pi R^2 : 4\pi r^2$ čili $S : s = r^2 : R^2$, z čehož patrno, že ubývá světlosti čtverečně tou měrou, kterou vzdálenosti *jednoduše* přibývá.

b) Světlost spravuje se netoliko vzdáleností ode zdroje světla, nýbrž i polohou osvětleného těla. Jestli světlost tím menší, čím šikměji paprsky na tělo dopadají, t. j. čím více jest tělo k směru paprsků skloněno.

Padá-li otvorem LL (obr. 342.) svazek rovnoběžných paprsků cc na plochu mr kolmo, osvětluje totéž množství paprsků plochy mr_1 , mr_2 a mr_3 , jež jsou tím větší a tudíž tím slaběji osvětlené, čím více jsou k směru paprsků nakloněné.

Obr. 342.



c) Světlost jest tím větší, čím větší jest svítící tělo a čím jasnější světlo dává.

d) Mají-li dva zdroje světla ve vzdálenostech rozličných světlost stejnou, mají se světlosti těchto zdrojů jako čtverce vzdáleností jejich od tělesa, jež osvětlují. V tom zakládá se úprava světloměrů (fotometrů).

Nejjednodušší a nejvíce užívaný světloměr Bunsenův jest papír napnutý v rámečku z (obr. 343.), mající v středu okrouhlou skvrnu stearinovou. Je-li papír pouze s jedné strany osvětlen, prochází skrze skvrnu světlo, i lze skvrnu od ostatní části papíru po obou stranách rozeznati. Postavíme-li papír mezi světla m a n , vidíme na té straně, kde jest světlo slabší, skvrnu jasnější, poněvadž s druhé strany více světla skvrnu proniká. Posouváme-li rámeček z mezi oběma světly tak dlouho, až nelze skvrnu na papíře rozeznati, jest osvětlení s obou stran

Obr. 343.



stejně a světlosti mají se k sobě jako čtverce vzdáleností obou zdrojů světla od papíru. Je-li S světlost zdroje m , s světlost zdroje n , má se $S:s=5^2:3^2=25:9$, protože jest světlost zdroje m téměř třikrát tak veliká, jako světlost zdroje n .

244. Původ světla. Učenci se domnívají, že původem světla jest vlnivý pohyb zvláštní látky velmi pružné a roztahitelné, nad míru jemné a nevažitelné, která se jmenuje éther. Éther jest v celém prostoru světovém rozšířen a lne i k nejmenším hmotným částicám těla, tak že prostor mezi částicami těla vyplňuje, pročež vlnivý pohyb od vnějších částic étheru sdělený může v tělesech dále postupovati. Rozšíří-li se vlnivý pohyb étheru až do oka, způsobuje pohyb étheru, v oku se nalézajícího, zvláštní dojem, t. j. vidění.

Dle této domněnky jsou tudíž svítící tělesa ona, jichž molekuly velmi rychle se pohybují a tudíž i éther k vlnivému pohybu pobádají. Osvětlená tělesa přivádějí éther v sobě obsažený v pohyb teprv pak, když vlny étherové, z těles svítících vycházející, na ně narážejí. V prohledných tělesech chvěje se éther

i šíří se tudíž skrze ně vlnivý pohyb étheru dále; děje-li se to jen nepatrně, jsou tělesa *prosvítavá*. V tělesech *neprohledných* nemůže éther se chvěti, protože vlnění étheru jimi se nerozšiřuje. Směr, jímž vlnění étheru postupuje, nazývá se *paprsek světla*.

B. Odraz světla.

245. Odraz světla. Přečází-li světlo z jednoho prostředí do druhého (ku př. ze vzduchu do vody neb z vody do vzduchu aneb z jedné vrstvy vzduchu do druhé, mající jinou hustotu atd.), vrací se na rozhraní obou prostředí obyčejně část světla do předešlého prostředí nazpět, t. j. *odráží se*, a část pak vniká do druhého prostředí.

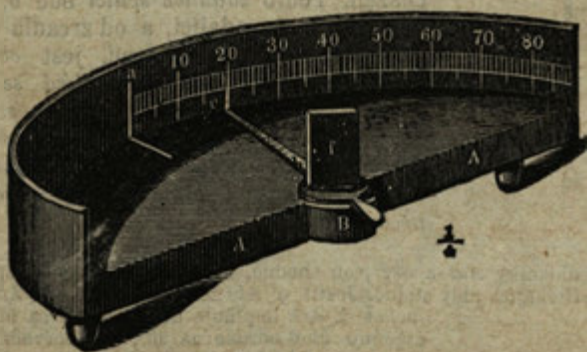
Zákony, jimiž spravuje se odraz světla, jsou:

1. *Paprsek dopadající, kolmice k bodu dopadu sestrojend a paprsek odražený jsou v též rovině.*

2. *Úhel odrazu rovná se úhlu dopadu.*

K dokladu zákonův odrazu světla slouží přístroj obr. 344. znázorněný. Dopadá-li světlo průlinou *a* na střed zrcadla *f*, jež kolem osy *B* bylo otočeno naproti průlině do polohy, kterou obrazec znázorňuje, tož svírá paprsek na zrcadlo dopadající s ručičkou *cb* (na zrcadle kolmo stojící a kolmici dopadu

Obr. 344.



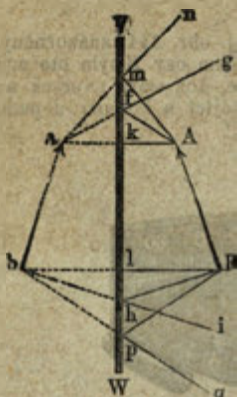
naznačující) úhel 20° a paprsek odražený osvětluje na oblouku rozdělovací čáru úhlu 40° ; svírá tudíž paprsek odražený s kolmici *cb* taktéž úhel 20° . Zvětší-li aneb zmenší-li se postupně úhel dopadu, zvětší aneb zmenší se toutéž měrou úhel odrazu, i rovná se vždy úhel odrazu úhlu dopadu.

Od ploch zcela hladkých odráží se světlo zcela pravidelně, tak že v oku působuje tentýž dojem jako by ze svítícího těla přímo vycházelo. Plochy, od nichž světlo pravidelně se odráží, nazýváme *zrcadla*. Od ploch drsných odráží se světlo na všechny strany č. *rozptyluje se*.

Světlo od *dokonalého* zrcadla *pravidelně* odražené vzbuzuje v oku *týž* dojem jako by se svítícího těla přímo do oka docházelo, protože viděli bychom v zrcadle pouze svítící předmět, ale zrcadlo samo muselo by být zcela tmavé a neviditelné. Poněvadž není ani jediná plocha zcela hladká, nemáme ani jediného dokonalého zrcadla. Nejvíce přibližují se dokonalému zrcadlu: hladina rtuť a jiných v klidu se nalézajících kapalin, bílé uhlazené desky kovové a broušené černé sklo. Domáci zrcadla jsou desky skleněné, na jedné straně cínovou amalgamou povlečené. Čím *temněji* jeví se zrcadlo, tím *dokonalější* jest. — Světlo od povrchu těles *rozptýlované*, t. j. na všechny strany jako od svítícího bodu vycházející, způsobuje, že osvětlená tělesa vidíme. Kdyby světlo od těles zcela pravidelně se odrazilo, viděli bychom pouze tělesa svítící, osvětlená zůstávala by neviditelná.

246. Odraz světla v zrcadle rovném. a) *Obraz svítícího bodu.* Ze svítícího bodu *A* (obr. 345.) padá na rovné zrcadlo *VW* nesčíslné množství paprskův, jež dle zákonů výše vytknutých od zrcadla se odrážejí. Paprsek *Ak*, dopadající na zrcadlo *kolmo*, odrazí se směrem *kA*, t. j. sám v sebe nazpět a nazývá se *paprskem hlavním*. Paprsky *Af*, *Am* odrážejí se od zrcadla směrem *fg* a *mn*. Odražené paprsky přicházejí do oka pozorovatele, jež, *jsouc vyklé hleděti z přima*, hledá původ paprsků v prodlouženém jich směru, t. j. v bodu *a*, za zrcadlem ležícím a všem za zrcadlo prodlouženým paprskům společným, z něhož tyto paprsky *zdánlivě* vycházejí. Tento *zdánlivě svítící bod a*, z něhož všechny z *A* dopadající, a od zrcadla odražené paprsky *zdánlivě* vycházejí, jest *obraz skutečného svítícího bodu A* a nalézá se na konci *kolmice*, ze svítícího bodu na rovinu zrcadla *sestrojené* a za zrcadlo tak *prodloužené*, aby $Ak = ka$, t. j. obraz svítícího bodu jest tak daleko za zrcadlem, jak daleko jest svítící bod před zrcadlem.

Obr. 345.



Trojúhelníky *Akf* a *akf* jsou shodné, neboť mají stranu *kf* společnou a oba *k* ní přílehlající úhly stejné. Jestliže $\sphericalangle Akf = \sphericalangle akf = 90^\circ$ a $\sphericalangle Afk = \sphericalangle gfV$ (neboť $\sphericalangle Afk$ doplňuje úhel dopadu na 90° a $\sphericalangle gfV$ doplňuje úhel odrazu na 90° , a poněvadž úhel odrazu rovná se úhlu dopadu, jsou též doplňující úhly stejné); $\sphericalangle gfV = \sphericalangle afk$, protože také $\sphericalangle Afk = \sphericalangle akf$ a tudíž $\triangle Akf \cong \triangle akf$ a $Ak = ka$.

Obr. 346.

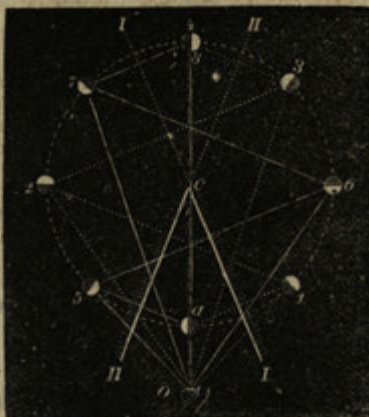


b) *Obraz svítícího předmětu* v rovném zrcadle vyhledáme, sestrojíme-li ze všech jednotlivých bodův na zrcadlo kolmice, jež za zrcadlem prodloužíme tak, aby byla délka jejich před i za zrcadlem stejná. Tak jest ku př. *ab* (obr. 345.) *zdánlivý* obraz předmětu *AB*, před zrcadlem *VW* se nalézajícího,

je-li $ka = Ak$ a $lb = Bl$. Sestrojivše takto *zdánlivý* (geometrický) obraz ab , shledáváme, že jest tak veliký jako předmět a že vůbec obraz od předmětu pouze tím se liší, že části, jež jsou u předmětu v *pravo*, jeví se na obraze v *levo* a naopak.

K vytvoření obrazu třeba části zrcadla tím menší, čím blíže zrcadla jest oko. Část zrcadla, obraz vytvořující, vyhledáme, vedeme-li z oka přímkou k pomezím bodům obrazu. Neprotíná-li některá z těch přímek zrcadlo, nelze bod ten v zrcadle viděti. Značí-li ab (obr. 346.) člověka stojícího před zrcadlem, jest třeba, aby člověk obraz svůj a, b_1 v zrcadle viděl, pouze části zrcadla mn . — Blíží-li se zrcadlo předmětu aneb předmět zrcadlu, blíží se též obraz zrcadlu, ale pohybuje se rychlostí dvojnásobnou, tak že koná dráhu dvojnásobně velikou. Byl-li předmět vzdálen od zrcadla ku př. 2', byl i obraz vzdálen od zrcadla 2' a vzdálenost obrazu od předmětu byla tudíž 4'. Sblížil-li se předmět zrcadlu, tak že jest vzdálen od zrcadla 1', jest i obraz vzdálen od zrcadla 1' a tudíž obraz od předmětu 2'. Předmět vykonal pak dráhu 1' a obraz dráhu 2'. — Svítící předmět mezi dvěma vespolek rovnoběžnými zrcadly dává *nesčíslné množství* obrazův, poněvadž každý obraz v zrcadle jednom jest předmětem pro zrcadlo druhé a dává v něm opět obraz, který jest zase předmětem pro zrcadlo první, což ustavičně se opakuje.

Obr. 347.



Poněvadž po každém odraze jest světlo méně jasné, vidíme ve skutečnosti jen obmezený, ale dosti veliký počet obrazův v každém z obou rovnoběžných zrcadel. Jsou-li zrcadla I. a II. (obr. 347.) skloněná v úhlu $\varphi = 45^\circ$, dává předmět a v zrcadle I. obraz 1, obraz 1 dává v zrcadle II. obraz 2, 2 v zrcadle I. obraz 3, 3 v zrcadle II. obraz 4; a dává v zrcadle II. obraz 5, 5 v zrcadle I. obr. 6, 6 v zrcadle II. obr. 7 a 7 v zrcadle I. obr. 8. Poněvadž obraz 8 s obrazem 4 v jediný obraz splývá, vzniká tudíž z předmětu a celkem 7 obrazův v kruhu souměrně rozložených. Vůbec jest počet obrazův $\frac{360}{\varphi} - 1$, v čemž značí n počet stupňův úhlu, jež zrcadla svírají. Na obr. 347. jest $n = 45^\circ$, pročež počet obrazův $\frac{360}{45} - 1 = 8 - 1 = 7$. Na tom základě jest upraven *kra-
sohled č. kaleidoskop*, t. j. trubice asi 10" dlouhá, do níž zastrčí se 2 neb 8 zrcadelné plochy, obyčejně v úhlu 60° k sobě skloněné, tak dlouhé jako trubice. Na jednom konci jest trubice uzavřena dvěma skleněnými kotoučky, z nichž vnější bývá ze skla prosvítavého. Mezi kotoučky jsou kaménky, střípky skla a jiné drobné pestrobarevné předměty, jež při každém pohnutí trubice do jiné polohy vespolek přicházejí a oku, druhým koncem do trubice hledícímu, rozmanitě hvězdovité obrazce podávají. — Obyčejná zrcadla skloněná dávají více obrazův, poněvadž přední i zadní povrch skleněné desky a povrch amalgamy co zrcadla působí; nehodí se tudíž zrcadla taková k důkladnějším zkouškám a přístrojům optickým, při nichž užívá se zrcadel kovových.

Zrcadel rovných užíváme v domácnosti k účelům obecně známým; rytci a kamenopisci jich užívají ku převrácení předmětu s levé strany na pravou;

v době novější užívá se zrcadel rovných při objevení se duchů na divadlech. — Zrcadla rovná jsou podstatnou částí některých důležitých přístrojů optických a měřických, jako ku př. *helioskopolu*, jenž k tomu slouží, aby sluneční paprsky od rovného zrcadla vždy týmž směrem se odrazily. K tomu účelu dá se ven před otvor uzavřený okénice zrcadlo, jež ze světlice naproti slunci

Obr. 348.



Obr. 349.



vždy tak se obrací, aby odražené paprsky vždy v téměř určitém směru otvorem do světlice vnikaly. — *Kouzelným dalekohledem AB* (obr. 348.) lze i skrze neprohledné tělo *C* předmět *S* viděti, poněvadž světlo od zrcadel rovných *a*, *b*, *c*, *d*, v úhlu 45° skloněných, se odrážejíc, dráhu *SabcdO* koná a do oka *O* přichází. — *Divadelní dalekohled zrcadelný* (obr. 349.) má po straně otvor *a* a za ním rovné zrcadlo *ab* v úhlu 45° k ose dalekohledu skloněné. Je-li před otvorem osoba *S*, může pozorovatel dalekohledem na ni se dívati, aniž by toho pozorovala. Světlo jde do oka pozorovatele dráhou tečkami naznačenou.

247. Odraz světla v kulovém zrcadle dutém. Úsek duté koule, jehož vnitřní *dutý* povrch co zrcadlo působí, jest kulové zrcadlo duté.

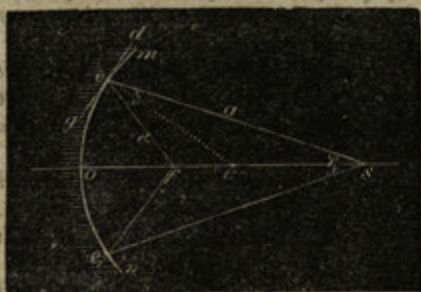
V průřezu jeví se kulové zrcadlo duté co oblouk kruhový *mn* (obr. 350.). U zrcadla kulového dutého rozeznáváme *střed okrouhlosti c*, t. j. střed duté koule, jejíž částí jest zrcadlo, *střed optický o*, t. j. bod právě u prostřed zrcadla ležící, a *osu co*, t. j. přímku, která střed okrouhlosti spojuje se středem optickým.

Od dutého zrcadla odráží se světlo dle všeobecných zákonův odrazu, neboť místo, na něž paprsek padá, můžeme pokládati za nekonečně malou rovinu, na kterou sestrojíme ze středu okrouhlosti poloměr, t. j. kolmicí dopadu.

a) *Obraz svítícího bodu.* 1. Je-li svítící bod *s* (obr. 350.) v prodlouženém směru osy *co* zrcadla *mn*, jest paprsek *so*, s osou *so* v tutéž přímku splývající, paprskem *hlavním*, neboť dopadá na zrcadlo *kolmo* a odráží se tudíž od zrcadla *kolmo*, t. j. sám v sebe nazpět. Jiný paprsek *se*, který svírá s osou zrcadla malý úhel φ , dopadá u *e* na zrcadlo a svírá s poloměrem *ce* úhel dopadu α . Je-li $\sphericalangle y = \sphericalangle x$, jest $\sphericalangle y$ úhel odrazu a *ef* směr paprsku odraženého, který s odraženým paprskem *hlavním* stýká se v bodu *f*. Paprsek *se₁*, který svírá s osou $\sphericalangle \varphi_1 = \sphericalangle \varphi$, odráží se taktéž do bodu *f*. V bodu *f* stýkají se vůbec všechny od zrcadla odražené paprsky, jež z bodu *s* vycházejí a na zrcadlo *mn* dopadají se s osou malé úhly svírají. Oko pozorovatele uztří tudíž v bodu *f* *skutečný* obraz svítícího bodu *s*.

2. Je-li svítící bod od zrcadla nesmírně vzdálen, lze všechny paprsky, které blíže paprsku hlavního, s osou v jedinou přímku splývajícího, na zrcadlo dopadají, pokládati za rovnoběžné s osou. Značí-li tudíž co (obr. 351.) směr paprsku hlavního a dm směr paprsku, vycházejícího z téhož nesmírně vzdáleného svítícího bodu, tož jest $dm \parallel co$. Sestrojíme-li v m kolmici (poloměr) cm , jest $\angle \varphi$ úhel dopadu, je-li pak $\angle \varphi_1 = \angle \varphi$, značí $\angle \varphi_1$ úhel odrazu

Obr. 350.



Obr. 351.



a ma jest směr paprsku odraženého, který protíná odražený paprsek hlavní v bodu a . Poněvadž jest $dm \parallel co$, jest $\angle a = \angle \varphi$, a poněvadž $\varphi_1 = \varphi$, jest též $\angle \varphi_1 = \angle a$ a tudíž $ma = ac$. Je-li dm velmi blízko ose, jest mo velmi malý oblouk, pročež ma téměř rovno ao a tudíž i $ac = ao$, t. j. paprsky, jež blízko ose a s osou rovnoběžně na zrcadlo dopadají, stýkají se po odrazu svém v bodu a , ležícím v ose u prostřed mezi středem okrouhlosti a optickým středem zrcadla. Bod a nazývá se *ohniskem* zrcadla, poněvadž vzniká v něm značné horko, když paprsky *sluneční* od zrcadla odražené v něm se sbíhají. Vzdálenost bodu a od středu okrouhlosti o , t. j. přímka oa jest *dálka ohniska* dutého zrcadla.

Paprsky dále osy ležící, jako ku př. d_1m_1 , protínají po odrazu svém od zrcadla hlavní paprsek blíže zrcadla, ku př. v n_1 .

Je-li svítící bod v ohnisku a , jest $\angle \varphi_1$ úhel dopadu a $\angle \varphi$ úhel odrazu, i značí pak md směr paprsku odraženého, z čehož patrno, že odraží se paprsky z ohniska na zrcadlo dopadající od zrcadla s osou a tudíž i vespolek rovnoběžně, pročež žádný obraz nevzniká.

3. Je-li svítící bod mimo osu zrcadla, ale ose blízko, vyhledáme obraz jeho nejsnáze, sestrojíme-li paprsek *hlavní*, který střed okrouhlosti protínati musí a s poloměrem v tutéž přímku splývá na zrcadlo kolmo dopadá a tudíž sám v sebe nazpět se od-

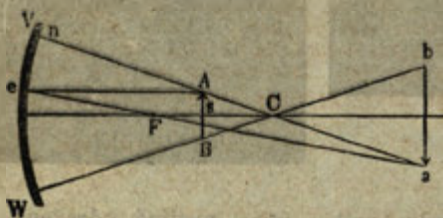
ráží. Pak sestrojíme ze svítícího bodu paprsek vedlejší, dopadající rovnoběžně s osou, který do ohniska zrcadla se odrazí; aneb sestrojíme paprsek, který ohnisko protíná a od zrcadla rovnoběžně s osou se odrazí. V bodu, v němž odražený paprsek vedlejší s odraženým paprskem hlavním se stýká, jest obraz svítícího bodu.

b) *Obraz předmětu* ustanovíme, vyhledáme-li obrazy tolika bodův jeho, kolik třeba, aby z obrazův jejich obraz celého předmětu sestrojiti se mohl.

1. *Je-li předmět v nesmírné vzdálenosti*, lze pokládati všechny paprsky ze všech bodův jeho na zrcadlo dopadající za rovnoběžné vespolek jakož i s osou. Poněvadž paprsky takové po odrazu stýkají se vespolek v ohnisku, vznikne obraz v ohnisku a jest tudíž velmi zmenšený a, jak ze směru odražených paprsků patrno, převrácený.

2. *Není-li předmět ve vzdálenosti nekonečné, ale je-li před středem okrouhlosti*, jako ku př. *ab* (obr. 352.) jest *an* hlavní a *ae* vedlejší paprsek bodu *a*. Paprsek *an* odrazí se směrem *na* a paprsek *ae*

Obr. 352.

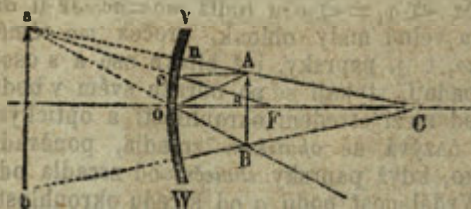


směrem *eA*, jest tudíž *A* obraz bodu *a*. Vyhledávše týmž způsobem obraz *B* bodu *b* vidíme, že nalézá se obraz mezi ohniskem *F* a středem okrouhlosti *C* a že jest zmenšený a převrácený.

3. *Je-li předmět ve středu okrouhlosti*, nalézá se obraz jeho ve středu okrouhlosti a jest převrácený a tak veliký jako předmět.

4. *Je-li předmět mezi ohniskem a středem okrouhlosti*, jako ku př. *AB* (obr. 353.), jest *An* hlavní a *Ae* vedlejší paprsek bodu *A*. Paprsek *An* odrazí se směrem *na* a paprsek *Ae* směrem *ea*, jest tudíž *a* obraz

Obr. 353.



bodu *A*. Sestrojivše týmž způsobem obraz bodu *B*, shledáváme, že nalézá se obraz *adle* od zrcadla než střed okrouhlosti a že jest zvětšený a převrácený.

5. *Je-li předmět v ohnisku zrcadla*, odrážejí se všechny paprsky od zrcadla rovnoběžně s osou a tudíž i vespolek, pročež po odrazu nestýkají se i netvoří žádného obrazu.

6. *Je-li předmět AB* (obr. 353.) mezi zrcadlem a ohniskem, a sestrojíme-li paprsek hlavní *An*, směrem *nC* se odrážející, a paprsek *Ae*, směrem *cF* se odrážející, vidíme, že odražené paprsky *nC* a *cF* jsou rozbíhavé a tudíž před zrcadlem se nestýkají. Přicházejí-li však do

oka pozorovatele, hledá oko, uvyklé hleděti zpřímá, původ jejich v bodu a za zrcadlem a uzří tudíž v a zdánlivý obraz bodu A . Taktéž uzří v b zdánlivý obraz bodu B , z čehož patrně, že v tomto případě vzniká obraz *dále za zrcadlem*, než jest předmět před zrcadlem, a že jest *přímý, zvětšený*, ale jako u zrcadel rovných toliko *zdánlivý č. geometrický*.

Z předcházejícího patrně, že když předmět k zrcadlu se přibližuje, obraz od zrcadla se vzdaluje a sice: *postupuje-li předmět z nesmírné vzdálenosti až do ohniska, vzdaluje se obraz z ohniska až do nekonečné vzdálenosti a ve středu okrouhlosti setkává se obraz s předmětem*.

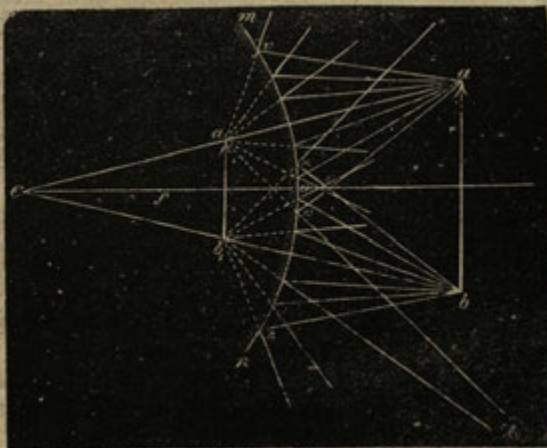
Výjevy právě vyložené můžeme pozorovati, dáme-li před zrcadlo v rozličných vzdálenostech hořící svíčku aneb jiný předmět. Skutečné obrazy odrazem vznikající lze na plátně, papíře, atd. zachytiti a pozorovati.

Dutých zrcadel užíváme k *zapařování* předmětů, jež v ohnisku paprsky slunečními, do ohniska odraženými, se zapalují. — Dutá zrcadla slouží též k *osvětlování*; na světelných odražejí se paprsky silného světla, v ohnisku zrcadla se nalézajícího, rovnoběžně od zrcadla do dálky velmi značné. — Dutá zrcadla jsou též podstatnou částí některých *přístrojů optických*. — Čarodějové užívali dutých zrcadel, zachycující obrazy, jichž poskytnou, kouřem, který pohyblivostí svou diváka tak dojímal, jakoby obraz se pohyboval.

Padá-li na zrcadlo duté více paprskův, každý v jiném úhlu, stýká se každý po odrazu s paprskem hlavním v *jiném* bodu a vzniká tudíž *více* obrazův, čímž jasnost obrazu valně ujmy doznává. Tato vada zrcadel jest tím menší, čím menší jest plocha zrcadelná, proto užívá se zrcadel, jichž pokraje se středem okrouhlosti úhel nejvýše 6° svírají.

248. Odraz světla v kulovém zrcadle vypuklém. Úsek kulový, jehož vnější *vypuklý* povrch jest zrcadlem, nazývá se *kulovým zrcadlem vypuklým*.

Obr. 354.



U kulového zrcadla vypuklého mn (obr. 354.) jest střed okrouhlosti c i ohnisko f za zrcadlem. Je-li před zrcadlem tímto

předmět ab , jsou-li ac a bc směry paprsků hlavních a sestrojíme-li jiné paprsky vedlejší, shledáváme, že odražíjí se paprsky bodův a a b od zrcadla tak, jako by vycházely z bodův a_1, b_1 , pročež uztříme v a_1, b_1 obraz předmětu ab . Jak patrně, jest obraz za zrcadlem, ale od zrcadla méně vzdálen než předmět, a jest zmenšený, přímý ale pouze zdánlivý č. *geometrický*.

Zrcadel vypuklých, jež dávají vždy geometrické obrazy přímé a zmenšené, užívá se co zrcadélek kaperních, aneb ve tvaru kul v zahradách, kdež dávají zmenšené obrazy celé okolní krajiny. Proto slouží zrcadla vypuklá též malířům krajin.

Kromě zrcadel kulových užívá se též zrcadel eliptických a parabolických. Zrcadla válcová a kuželová dávají obrazy zpřitožené, působice v jednom směru co zrcadla rovná a v druhém směru co zrcadla křivá. Má-li vzniknouti obraz správný, musí býti předmět, jehož obraz v zrcadle pozorujeme, zpřitožený nakreslen.

C. Lom a rozklad světla.

249. Lom světla. Přechází-li paprsek světla z jednoho prostředí do druhého, v němž má éther jinou hustotu, a dopadá-li na rozhraní obou prostředí kolmo, postupuje v druhém prostředí jinou rychlostí ale původním směrem dále. Dopadá-li však paprsek na rozhraní obou prostředí šikmo, tak že s kolmicí dopadu jistý úhel dopadu svírá, mění v druhém prostředí netoliko rychlost, nýbrž i směr č. *láme se*, pročež výjev tento lomem světla se nazývá.

Zákony lomu světla jsou následující :

1. *Paprsek dopadající, kolmice dopadu a paprsek zlomený jsou v též rovině.*

2. Je-li mn (obr. 355.) rozhraní obou prostředí, ro paprsek dopadající, ca kolmice, or_1 paprsek zlomený, opíšeme-li z bodu dopadu o kruh v rovině dopadu a sestrojíme-li z bodův r a r_1 , v nichž paprsek dopadající a paprsek zlomený kruh protíná, přímky ru a r_1u_1 na ca kolmé, tož jest poměr těchto kolmic *neproměnný*, pokud obě prostředí se nemění. Poměr tento nazývá se poměr lomu (*exponent lomu, index lomu*).

Přechází-li světlo z prostředí řidšího do hustšího, svírá paprsek zlomený s kolmicí úhel lomu obyčejně menší, než jest úhel dopadu — paprsek zlomený přibližuje se tudíž kolmici dopadu, č. *láme se ku kolmici*. Přechází-li světlo z prostředí hustšího do řidšího, dává nejčastěji úhel lomu větší, než úhel dopadu — paprsek zlomený vzdaluje se tudíž od kolmice dopadu, čili *láme se od kolmice*.

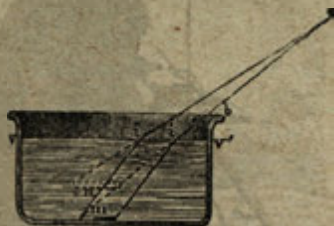
Obr. 355.



Pomocí přístroje obr. 355. znázorněného lze zákony lomu zkouškou dovoditi. Na svísném, stupnicí opatřeném kruhu jest ve středu upevněna skleněná nádoba mn , mající dno polokruhovitě zahnuté, do níž nalije se ku př. voda. Pomocí zrcátka a vede se malým otvorem r na povrch vody paprsek ro , který láme se ve vodě ku kolmici, pročež prochází vodou směrem ov a padá u v na desku, kterou osvětluje. Změříme-li kolmici ru a kolmici

r_1u_1 , shledáme, že $ru:r_1u_1 = 4:3$, pročež $\frac{ru}{r_1u_1} = \frac{4}{3}$. Zvětšujeme-li postupně úhel dopadu cor , zvětšuje se i úhel lomu tak že poměr lomu světla ze vzduchu do vody přecházejícího jest *vždy* $\frac{4}{3}$. Přechází-li světlo z vody do vzduchu, láme se od kolmice a poměr lomu jest *vždy* $\frac{3}{4}$.

Obr. 356.



Obr. 357.



Lomem světla vznikají mnohé výjevy. Je-li na dně nádoby (obr. 356.) lesklý peníz m , neuvidí ho oko v o , jsou-li stěny nádoby neprohledné. Naplní-li se však nádoba až po ov' vodou, uvidí oko lomem světla od kolmice (na rozhraní is) peníz v n , tudíž *výšce*, než skutečně jest. — Každá nádoba, kapalinou naplněná zdá se býti z též příčiny *mělká* než jest, poněvadž dno lomem světla zdánlivě výše stoupá. — Tyč do vody ponořená zdá se býti zlomena. — Střílíme-li ryby, musíme měřiti *pod ně*. — Paprsek hvězdy a (obr. 357.) přechází u e do vzduchu a postupuje v něm do vrstev čím dále tím hustších, pročež láme se ustavičně *ku kolmici* a přichází do oka dráhou $aeoiv$. Oku, zvyklému hleděti zpřímá, zdá se, že přichází světlo hvězdy směrem $a'o$, i uvidí tudíž hvězdu v a' t. j. *výšce* nad obzorem, než hvězda se nalézá. K tomuto lomu světla hvězdy musí *hvězdáři* přihlížeti, chtějí-li polohu hvězd správně ustanoviti, pročež lom ten *lomem hvězdářským* se zove. — Teplem od země vyzafovaným zahřívá a zředuje se vzduch a stoupá vzhůru, čímž hustota vzduchu stále se proměňuje a tudíž paprsky světla slunečního směr svůj mění a *měnění světla* způsobují, jež často lze pozorovati.

Láme-li se světlo *od kolmice* a zvětšuje-li se postupně úhel dopadu, zvětšuje se i úhel lomu a paprsek zlomený vzdaluje se čím dále tím více od kolmice a blíží se čím dále tím více rozhraní obou prostředí, až ho konečně dostihne a 90° se rovná. Zvětší-li se úhel dopadu ještě více, jest úhel lomu větší než 90° a tu pak již světlo do druhého prostředí nevniká, nýbrž do předešlého prostředí *úplně se odráží*.

V úplném odrazu světla zakládá se úprava *komory světlé* (camera lucida). — Skleněný hranol $abcd$ (obr. 358.) má strany $ab = ad$ a $bc = cd$, $\sphericalangle a = 90^\circ$, $\sphericalangle b = \sphericalangle d = 67\frac{1}{2}^\circ$ a $\sphericalangle c = 135^\circ$. Hranol jest na sloupku připevněn a stranou ab k předmětu, jež chceme kresliti, obrácen. Paprsek z předmětu vycházející a na stěnu ab kolmo dopadající, neláme se na stěně ab , na stěně bc odráží se

však úplně ku stěně *ed* a od této stěny odráží se úplně ku stěně *ad*. Vchází-li pak do oka pozorovatele, usří oko v prodlouženém směru paprsku obraz *na papíře* pod hranolem, kdež lze obraz nakresliti, poněvadž možno zírati na hranol a současně podle hranolu na papír.

Je-li země sluncem *silně zahřívá*, zahřívají se vyzařováním tepla od země dolejší vrstvy vzduchu, čímž stávají se řidší, než vrstvy hořejší. Za tichého počasí může pak se státi, že seřadí se nad sebou do veliké dálky pravidelné vrstvy vzduchu, jichž hustoty ubývá z dola na horu. Paprsky, vycházející ze stromu *h* (obr. 359.) směrem *hp*, přicházejí do oka pozorovatele *p* tak, že spatří strom směrem *přímým ph*. Jiné paprsky, které dopadají k zemi *šikmo*, lámou se nejprve *od kolmice*, tak že stávají se ještě *šikmější*, až konečně u *m* úplně se odrážejí, načež lámou se, přicházejíce do vrstev čím dále tím *hustších*, *ku kolmici*, tak že, vnikajíce do oka pozorovatele, vzbuzují takový dojem, jakoby byly *přišly směrem zp*, proto vidí pozorovatel ve směru *ps* *převrácený* obraz stromu *h* a bude se mu zdáti, že vidí hladinu vody, ve které obrazy předmětův (stromů, domů atd.) *takéž převrácené* spatřujeme. Vjjevy takové zoveme *zrcadlením vzduchu* (*fata morgana*). Nejčastěji lze je pozorovati v rovinách horkých krajín, jmenovitě v dolním Egyptě. — Při zrcadlení vzduchu na moři viděti obrazy ve výšce, poněvadž vrstvy vzduchu nad vodou jsou *chladnější* a tudíž *lom opáčně* se děje.

Obr. 358.



Obr. 359.



250. Lom světla v těle, plochami rovnoběžnými omezeném. Přečází-li paprsek *ao* (obr. 360.) ze vzduchu do těla, rovnoběžnými plochami omezeného, *ku př.* do skleněné



desky v okně, láme se v těle ku kolmici cd a má tudíž v těle směr om .

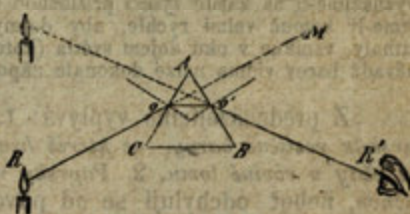
U m vychází z těla do vzduchu a láme se od kolmice c_1d_1 a vychází z těla směrem ma_1 . Poměr mezi úhlem x a y jest tentýž jako mezi úhlem x_1 a y_1 , a poněvadž $y = y_1$, jest též $x = x_1$ i jest tudíž směr ma_1 se směrem ao rovnoběžný. Je-li tloušťka těla nepatrná, užíme svítící bod neb předmět téměř v témž místě, kde skutečně jest.

251. Lom světla ve hranolu trojstěnném. Značí-li ABC (obr. 361.) průřez skleněného hranolu trojstěnného a dopadá-li na

Obr. 360.



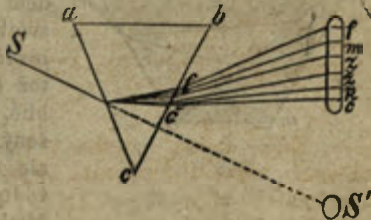
Obr. 361.



plochu AC paprsek Ro , láme se ku kolmici směrem oo' , u o' opouští hranol a láme se na rozhraní AB od kolmice směrem $o'R'$. Pozorovatel v R' spatří tudíž zřídlo světla R v prodlouženém směru $R'o'$. Jak patrně, odchyluje se značně lomem světla ve hranolu obraz od svítícího předmětu. Velikost odchyly této řídí se: a) velikostí lámacího úhlu CAB , jež svírají plochy hranolu CA a BA , kterými světlo prochází; b) lámavostí hmoty hranolu a c) směrem, kterým světlo na plochu hranolu dopadá.

252. Rozklad světla. a) Vedeme-li malým otvorem v uzavřené okenici svazek slunečních paprskův SS' (obr. 362.) do tmavé světnice, vidíme na protější bílé stěně bílý okrouhlý obraz sluneční S' . Prochází-li však svazek paprskův dříve než stěny dostihne, hranolem abc , jehož lámací hrana c jest v poloze vodorovné dolů obrácena, objeví se výše na stěně podlouhlý, na obou koncích zaokrouhlený obraz barevný, tak zvaný vidmo hranolové čf též šířky, kterou měl dříve bílý obraz sluneční. Ve vidmu můžeme pak z dola vzhůru rozoznati barvy: červenou $č$, pomerančovou p , žlutou $ž$, zelenou z , světle a temněmodrou m a fialovou f . Barvy tyto zovou se barvami hranolovými a ne-

Obr. 362.



jsou ve vidmu přesně od sebe odděleny, nýbrž splývají v nekonečných odstínech v sebe. Zachytíme-li vidmo dutým zrcadlem, splývají barevné paprsky v ohnisku jeho opět v *bílý okrouhlý obraz*, což můžeme na bílé desce v ohnisku zrcadla postavené viděti.

Láme-li se světlo v prostředí, rovnoběžnými plochami omezeném, rozkládá se taktéž každý paprsek v barevné části, kteréž vycházejí z prostředí rovnoběžně mezi sebou, jakož i s paprskem dopadajícím, čímž se stává, že skládají pak veškeré barevné paprsky opět světlo bezbarvé č. *bílé*. Zachytíme-li tudíž vidmo druhým zcela stejným hranolem, jehož lámací hrana jest vzhůru obrácena, vychází ze druhého hranolu světlo *bílé*, neboť skládají oba hranoly dohromady tělo s plochami vespolek rovnoběžnými. — Rozdělíme-li kotouč v šest výsečí toho rozměru, který pozorujeme při jednotlivých barvách ve vidmu hranolovém (tak že připadá světlu červenému výseč 45° , pomerančovému 27° , žlutému 48° , zelenému 60° , modrému 100° a fialovému 80°), vyznačíme-li na každé výseči příslušnou barvu v přiměřených odstínech a otáčíme-li kotouč velmi rychle, aby dojem jednotlivých barev v oku rychle se stihaly, vznikne v oku dojem světla (kotouče) bílého, ač ne zcela čistého, po névadž barev vidma nelze dokonale nápodobiti.

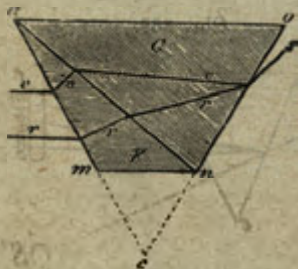
— Z předcházejícího vyplývá: 1. *Světlo sluneční jest složeno z paprskův rozličné barvy, ve kteréž hranolem se rozkládá; rozklad děje se vždy v rovině lomu.* 2. *Paprsky rozličné barvy mají lámavost rozličnou, neboť odchylují se od původního směru svého rozličně a sice lámou se červené nejslaběji, fialové nejsilněji.* 3. *Z barev hranolových možno opět bílé světlo skládati.*

Díváme-li se hranolem na bílý bod, uvidíme jej co vidmo. Mnoho bílých souvislých bodů čili bílý předmět dává tudíž vidmo, ve kterém jednotlivé barvy spolu dohromady splývají, pročž viděti hranolem takový předmět u prostředí *bílý* a pouze ve směrech na hranách hranolu kolmých na pokrajích *barvami obroubený*.

Vidmo vzniklé hranolem ze skla *flintového* jest delší než vidmo, vzniklé hranolem stejného rozměru ze skla *korunového*. Mají-li míti vidma obou hranolů tutéž délku, musí míti hranol flintový menší úhel lámací, tak že, je-li úhel ten u skla korunového 25° , musí býti u skla flintového pouze $11\frac{1}{2}^\circ$.

Spojíme-li dva hranoly (obr. 363.) *C* ze skla korunového a *F* ze skla flintového v převrácené poloze tak, aby rozklad světla ve hranolu *C* rušil se rozkladem ve hranolu *F*, aby totiž rozklad světla byl ve hranolu *F* stejný ale směrem *protivný* onomu, jež způsobuje hranol *C*, tož bude vycházeti ze hranolu *aco* světlo bílé. Hranolem *aco*, z obou hranolův složeným, odchylka světla sice se zmenší, ale nezruší. Hranol, kterým světlo z původního směru se odchyluje, ale v barevné části nerozkládá, zove se *achromatickým* (bezbarvným).

Obr. 363.



Hranolem ze dvou hranolův *stejnorodých* složeným vychází světlo, jak výše řečeno, směrem rovnoběžným onomu směru, kterým na hranol dopadá, poněvadž musí míti hranoly *stejně* hrany lámací, nemá-li světlo v barevné části v nich se rozkládati. Hranolem takovým neodchyluje se tudíž zdroj světla z původní své polohy.

Rozklad světla v barevné součástky vykládáme právě tak jako vznikání tónů rozličné výšky, neboť má světlo původ ve chvění jako zvuk. Čím více výchvějí ve vteřině světlo koná, aneb čím kratší jest doba výchvěje, tím kratší jsou též vlny jeho, a tím více přibližuje se barvě fialové. Světlo fialové má tudíž vlny nejkratší a červené vlny nejdelsí. Světlo, jehož vlny jsou delší než červené neb kratší než fialové, nemůžeme viděti tak jako neslyšíme tónů příliš hlubokých aneb příliš vysokých. Neviditelné tyto paprsky světla mají však účinky chemické a teplové. Přechemem do jiného prostředí mění se rychlost světla, které má vlny delší, jinak, než onoho, jemuž přináležejí vlny kratší, pročež i odchylka světla od směru původního, lomem vznikající, jest u každého světla jiná, a sice tím větší, čím více blíží se světlo světlu fialovému.

253. Barvy hranolové. a) *Barvy jednoduché.* Je-li v neprohledné desce, kterou jsme vidmo hranolové zachytili, malý otvor, kterým mohou pronikati pouze paprsky *jedné* určité barvy, ku př. *žluté*, a vedeme-li paprsky tyto do druhého hranolu, kterým se zlomí, tož pak od původního směru se odchylují avšak barvu svou podržují, dávajíce obraz též barvy, ku př. *žlutý*. Hranolové barvy nemohou tudíž více se rozkládati, pročež slovou *jednoduché* neb *stejnorodé*.

b) *Barvy složené.* Procházejí-li *dvě* z barev vidma duhového otvory v příslušném místě desky a spojíme-li obě tyto barvy v ohnisku dutého zrcadla, vznikne v ohnisku obraz barvy *jiné*, ku př. z barvy *červené* a *žluté* barva *pomerančová*, *žlutá* a *modrá* dávají barvu *zelenou*, *modrá* a *červená* barvu *fialovou*. Tyto ze dvou barev *složené* č. *smíšené* barvy možno hranolem opět v součásti jejich rozložiti a tím liší se právě *pomerančová*, *zelená* a *fialová* barva *složená* od *pomerančové*, *zelené* a *fialové* barvy *hranolové*, kteréž rozložiti nemožno a která proto *jednoduchou* slove.

c) *Barvy doplňovací.* Vycházejí-li z otvoru desky veškeré barvy hranolové, *kromě jedné*, kterou na desce uchytíme, a spojíme-li barvy tyto, vznikne barva *smíšená*. Spojí-li se tato smíšená barva s onou jednoduchou, která na desce zůstala, vzniká spojením tím barva *bílá*. Takové dvě barvy, které vespolek v *bílou* barvu se doplňují, zoveme barvami *doplňovacími*. Doplnňovací barvy jsou ku př. *červená* a *zelená*, *pomerančová* a *modrá*, *žlutá* a *fialová*.

Každá barva má příslušnou barvu doplňovací. — Naznačíme-li na koutci v šesti stejně velikých výsečích barvy vedle sebe v tom pořadí, jako ve vidmu hranolovém, jsou vždy dvě barvy v úhlech vrcholových proti sobě ležící barvy doplňovací. — Že barva *červená* se *zelenou* doplňuje se na *bílou*, le tím vyložití, že *zelenou* barvu lze si mysliti složenou ze *žluté* a *modré*. *Žlutá* s *červenou* dávají *pomerančovou* a *modrá* s *červenou* dává *fialovou*, pročež v *červené* a *zelené* barvě jaksi všech šest barev vidma jest obsaženo. Tak lze to odvodniti i při ostatních barvách doplňovacích. — Oku lahodí velice barvy doplňovací, pročež vidí je rádo vedle sebe, k čemuž nutno přihlížeti, mají-li barvy vzbuzovati dojem příjemný. — I v přírodě vidíme na *modrém* blankytu

nebeském pomerančové červánky a na zelených lučinách červené, žluté, modré květiny; fialová barva vzdálených hor jest v souhlasu se žlutými paprsky zapadajícího slunce a červánky zvyšují zelen luk a osení.

254. Barevnost těles. Tělesa nabývají barvy odrazem světla. Neprohledné tělo objevuje se ve světle slunečním bílé, odráží-li veškeré paprsky sluneční v témž poměru vespolek smíšené, ve kterém jsou smíšeny ve světle slunečním; černé jest pak tělo, pohlcuje-li téměř veškeré barevné paprsky všeho druhu tak, že téměř žádných neodráží. Rozkládají-li se bílé paprsky sluneční, které na tělo dopadají, v barevné své součástky tak, že jednu část barevných paprskův tělo odráží, druhou část pak pohlcuje, tu má pak tělo na povrchu barvu určitou, ku př. zelenou, odráží-li nepravidelně na povrchu svém pouze paprsky zelené buď smíšené, buď jednoduché, t. j. odráží-li všechny paprsky kromě červených aneb žluté a modré aneb odráží-li pouze zelené paprsky.

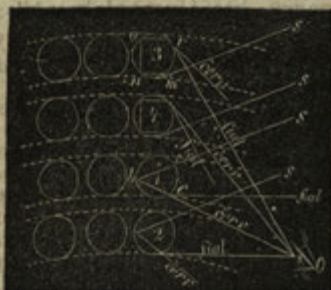
Barevnost těles prohledných, vznikající odrazem neb lomem světla, vykládáme tímž způsobem.

Blankytná barva oblohy vzniká odrazem modrých paprskův od vrstev vzduchových a od par ve vzduchu obsažených; ve větších výšcích, kde méně modrých paprskův se odráží, jeví se obloha tmavou. — Červánky, které při východu a západu slunce na obzoru pozorujeme, mají barvu od žhoucího zlata až do tmavého nachu. Vznik jejich hledají učenci ve dvojí příčině, předně v tom, že paprsky sluneční odrazem od vrstev vzduchových mnoho modré barvy pozbývají, čímž z ostatních barev vzniká barva smíšená, a za druhé v tom, že bublinky vodních par, v přechodu ze skupenství kapalného do plynného aneb z plynného do kapalného zvláště červené paprsky propouštějí, pohlcující ostatní.

255. Duha, vznikající lomem a rozkladem světla slunečního v kapkách deštových, má tytéž barvy jako vidmo hranolové a jeví se co oblouk šestibarvý, na vnitřní duté straně fialový, na vnější vypuklé straně červený.

a) Značí-li na obr. 364. *sa* svazek slunečních paprskův, vnikajících do kapky 1 u *a* nad středem jejím, tož láme se *sa* ku kolmici směrem *ab* a rozkládá se v barevné paprsky, jež dopadají u *b* na zadní stěnu kapky, odkudž pak se odrážejí směrem *bc*. Na přední stěně u *c* lámou se barevné paprsky od kolmice,

Obr. 364.



a sice červené nejméně a fialové nejvíce, tak že, nalézají-li se oko pozorovatele v *o*, pouze červené paprsky do oka vnikají. Z kapky 2, hlouběji ležící, přicházejí do oka pouze paprsky fialové. Z kapek, které jsou mezi kapkami 1 a 2 ve výškách rozličných, dostihují oka ostatní barvy, tak že oko uží proužku barev hranolových.

Proučka barev hranolových vzniká ve všech kapkách, které mají jako kapky jmenované zcela stejnou polohu ke slunci a k oku pozorovatele, pročež v kapkách těch, které jsou ve kruhu, jehož střed protíná přímka, vedená ze slunce okem pozorovatele. Ze všech barevných proužek vzniká pak šestibarevný kruhový pás, jehož patrnu část obloukovitou spatřujeme co duhu.

Poněvadž paprsek *sa dvakrát se láme* a *u b se odráží*, přichází z kapky do oka pozorovatele tak zeslaben, že nemohl by v oku sám o sobě dojem červené barvy vzbudití. Jest tudíž třeba, aby mnoho rovnoběžných paprsků červených z kapky vycházelo a těsně vedle sebe do oka vřihalo, což možno tehdy, když svazek rovnoběžných paprskův červených na kapku dopadá v úhlu asi 60° .

Z obr. 364. patrně, že vidíme duhu jen tehdy, když máme mrak, z něhož prší, před sebou a slunce za sebou. Mathematically lze pak dovoditi: a) Čím výše nad obzorem jest slunce, tím menší část duhy vidíme. — Vystoupí-li slunce do výšky 42° nad obzor, nevidí oko, v rovině obzoru se nalézající, žádné duhy. b) Změní-li pozorovatel, slunce, aneb pozorovatel i slunce své místo, změní se též poloha duhy, z čehož patrně, že každý pozorovatel vidí duhu v jiném místě. c) Při východu a západu slunce vidí oko pozorovatele, které jest v rovině obzoru, duhu co půlkruh. d) Vidí-li oko pozorovatele kapky, které 42° pod středem oblouku se nalézají, tu spatří pak duhu co kruh úplný, jako ku př. námořník s vysokého stežně korábu aneb pozorovatel blízko kapek vodních stojící, ku př. u vodometů a vodospádů.

b) Někdy vidáme dvě duhy; vnější, která má poloměr větší, zove se duhou vedlejší a liší se od duhy hlavní tím, že jsou v ní barvy slabší a převráceně seřaděny, tak že jest na vnitřní duté straně červená a na vnější vypuklé straně fialová.

Paprsek *sm*, který vniká do kapky 3 (obr. 364.) u *m* pod středem jejím, láme se ku kolmici směrem *mn*, z *n* odráží se do *o* a z *o* do *r*, kdež pak od kolmice se láme a v barevné části rozkládá, z nichž do oka *o* pouze fialové paprsky přicházejí. Z jiné níže ležící kapky 4 vnikají do oka *o* pouze červené paprsky; ostatní barvy dostihují oka z kapek, které jsou mezi kapkami 3 a 4. Barvy jsou ve vedlejší duze slabší, poněvadž paprsky dvakrát v kape se lámou a dvakrát odrážejí a tím se více zeslabují, než paprsky v kapkách 1 a 2.

Slabou duhu měsícovou může způsobiti též světlo měsíční.

256. Čary Frauenhoferovy a rozbor spektrální. Přichází-li světlo sluneční velmi úzkou průlinou svisnou na hranol ze skla flintového, za průlinu svisně postavený, tak že hrany jeho jsou s průlinou rovnoběžny, jeví se na protější stěně vidmo hranolové ve tvaru obdélníku. Postavíme-li přímo za hranol dalekohled, aby paprsky ze hranolu vycházející do dalekohledu padaly, užíme ve vidmu velmi mnoho více neb méně tmavých proužek s průlinou rovnoběžných, jež po prvním pozorovateli čarami Frauenhoferovými se nazývají a z nichž některé důležitější písmeny *A*, *B*, *C* atd. byly označeny.

Jako slunce dává i každý plamen, jehož světlo úzkou průlinou na hranol přichází, za hranolem vidmo. Vypařuje-li se však

v plamenu kov aneb sloučenina kovu, nabývá plamen *určité barvy*, pročež jeví se vidmo složené pouze z několika *barevných proužek*, které při témž kovu vždy na témž místě ve vidmu se objevují, pročež z přítomnosti jejich souditi možno, že ten který kov ve plamenu se nalézá. Jsou tudíž čáry tyto znakem kovů.

V době novější byly v této příčině důkladné zkoušky s kovy a jich sloučeninami konány i nazván tento rozbor světla *rozbořem spektrálním*.

Ze zkoušek vyplývá, že mají proužky vždy *tutéž barvu*, která by v tom místě ve vidmu slunečním se nalézala. Tak jest ku př. ve vidmu sodíku na místě tmavé Fraunhoferovy čáry *D*, ve žluté barvě vidma slunečního se nalézající, velmi jasná *žlutá proužka*.

Rozbořem spektrálním lze přítomnost kovu v plamenu dokázati i tenkrát, když vyparuje se kov v plameni ve množství tak malinkém, že bychom nijakým jiným způsobem o přítomnosti jeho dověděti se nemohli. — Rozbořem spektrálním byly též objeveny čtyry kovy, až do té doby neznámé.

257. Čočky nazývají se v optice tělesa prohledná, omezená s obou stran částmi ploch kulových aneb s jedné strany částí plochy kulové a s druhé strany rovinou.

Obr. 365.



Rozeznáváme šestero druhů čoček, a sice: *dvojvypuklou a* (obr. 365.), *ploskovypuklou b*, *dutovypuklou c*, na jedné straně dutou, na druhé straně vypuklou se silnějším zakřivením; *dvojdutou d*, *ploskodutou e* a *vypuklodutou f*, jejíž dutá plocha silněji jest zakřivena než vypuklá.

Přímka, která středy kulí, jimž povrchy čoček přináležejí, spojuje a, je-li čočka s jedné strany rovinou omezena, na této rovině kolmo stojí a střed okrouhlosti druhé plochy obsahuje, jmenuje se *osa čočky*. Bod v ose ležící, okolo něhož jest hmota čočky *rovnoměrně rozložena*, nazývá se *střed optický*.

Paprsek s osou v tutéž přímku splývající dopadá na plochy čočky *kolmo*, neláme se tudíž a slove *paprsek hlavní*. Paprsky, *ose blízko ležící a optický střed protínající* dopadají na čočku *téměř kolmo* i pokládá se tudíž za *paprsek hlavní každý*, který *optický střed čočky protíná*.

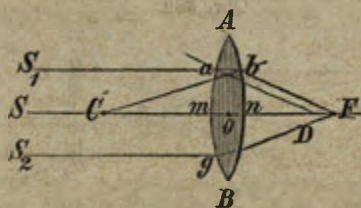
258. Čočky vypuklé. Přicházejí-li paprsky ze svítícího bodu nesmírně vzdáleného, tož lze pokládati ony, jež blíže osy na dvojvypuklou čočku *AB* (obr. 366.) dopadají, za *rovnoběžné s osou* čočky *CD*. Je-li *C* střed okrouhlosti plochy *AnB*, *D* střed okrouhlosti plochy *AmB* a *O* střed optický, tož jest *Sm* paprsek hlavní, který se neláme a směrem *mF* dále postupuje. Paprsek *S₁a*, blízko osy na čočku dopadající, láme se u *a* ku kolmici *Da*, prostupuje čočku směrem *ab* a láme se u *b* od kolmice *Cb*, tak že vychází z čočky

směrem bF a stýká se s hlavním paprskem v bodu F . V tomto bodu F sbíhají se s hlavním paprskem všechny paprsky kolem osy na čočku dopadající a s osou rovnoběžné, jako ku př. paprsek S_2g a vůbec všechny paprsky, jež rovnoběžně s osou a jí velmi blízko na čočku dopadají. Bod F nazývá se *ohniskem čočky*, poněvadž vzniká v něm veliké horko, když paprsky sluneční v čočce zlomené v něm se soustřeďují. Vzdálenost tohoto bodu od čočky jest pak *dálka ohnisku* čočky.

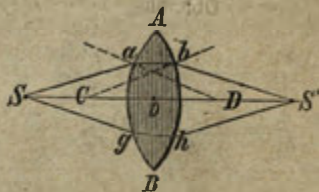
Dálka ohniska spravuje se lomností hmoty, z níž jest čočka zhotovena a při tétéž lomnosti jest tím menší, čím menší jsou poloměry okrouhlosti Cb a Da . Obyčejně zhotovují se čočky ze skla flintového, jichž poměr lomu jest $\frac{3}{2}$ a poloměry okrouhlosti obou pomeznych ploch bývají stejné. V tom případě jest pak ohnisko v středu okrouhlosti.

Dopadají-li rovnoběžné paprsky na čočku ploskovypuklou neb dutovypuklou, stýkají se po lomu svém v čočce taktéž v ohni-

Obr. 366.



Obr. 367.



sku. Čočky tyto liší se tudíž od čočky dvojevypuklé pouze tím, že mají za okolností jinak stejných *větší dálku ohniska*.

Poněvadž lomem ve vypuklých čočkách rovnoběžné paprsky v jediném bodu se spojují, zovou se vypuklé čočky *čočkami spojnými*.

a) *Obraz svítícího bodu*. Je-li svítící bod nesmírně vzdálen, vzniká, jak bylo právě dovozeno, obraz jeho v ohnisku. — Není-li svítící bod S (obr. 367.) nesmírně vzdálen a nalézá-li se v ose čočky, jest SS' paprsek hlavní, procházející optickým středem O . Paprsek Sa láme se u a ke kolmici Da , u b od kolmice Cb a stýká se s hlavním paprskem v bodu S' , kdež sbíhají se všechny paprsky, jež s osou svírají tentýž úhel, jako ku př. paprsek Sg . V bodu S' jest tudíž *skutečný obraz* svítícího bodu S . Je-li svítící bod v ohnisku, vycházejí paprsky z čočky vespolek rovnoběžně i nevzniká *obraz žádný*. — Nalézá-li se svítící bod mimo osu, vedeme ze svítícího bodu středem optickým *paprsek hlavní*, který směru svého nemění a nezlomen čočkou prochází. Vedeme-li pak ze svítícího bodu paprsek vedlejší rovnoběžně s osou, láme se do ohniska čočky, a stýká se po lomu s paprskem hlavním v bodu, který jest pak *obraz svítícího bodu*.

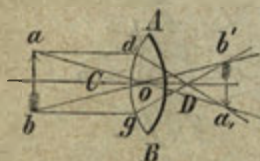
b) *Obraz předmětu stanovíme, vyhledavše obrasy tolika bodův předmětu, kolik třeba, aby z obrazů bodův bylo lze sestrojiti obraz celého předmětu.*

1. *Je-li předmět nesmírně vzdálen, dopadají paprsky z něho na čočku rovnoběžně i lámou se do ohniska, pročez vzniká v ohnisku obraz velmi zmenšený a jak ze směru paprskův patrně, převrácený.*

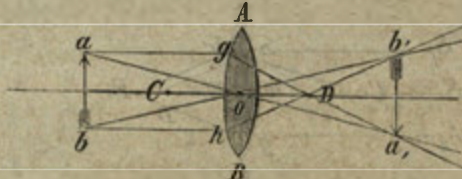
2. *Není-li předmět v nesmírné vzdálenosti od čočky, ale nalézá-li se ve vzdálenosti větší, než jest dvojnásobná délka ohniska, jako ku př. předmět ab (obr. 368.), tož sestrojením paprsků hlavních aOa_1 a bOb_1 , optickým středem O procházejících a paprskův vedlejších ad a bg , s osou rovnoběžných a po lomu ohniskem D procházejících, vzniká obraz a_1b_1 , který jest zmenšený a převrácený a nalézá se mezi ohniskem a dvojnásobnou délkou ohniska.*

3. *Je-li předmět ve dvojnásobné délce ohniska, jako ku př. ab (obr. 369.), vzniká sestrojením paprsků hlavních aOa_1 a bOb_1 a paprskův vedlejších ag a bh , po lomu ohniskem D procházejících, obraz a_1b_1 , který jest převrácený, tak veliký jako předmět a nalézá se ve*

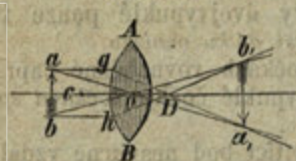
Obr. 368.



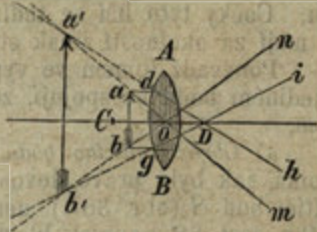
Obr. 369.



Obr. 370.



Obr. 371.



dvojnásobné délce ohniska, pročez jest od čočky tak vzdálen jako předmět.

4. *Nalézá-li se předmět mezi ohniskem a dvojnásobnou délkou ohniska, jako ku př. předmět ab (obr. 370.), sestrojíme paprsky hlavní aOa_1 a bOb_1 a paprsky vedlejší ag a bh , jež po lomu ohniskem D procházejí, i vznikne obraz a_1b_1 , který jest převrácený a zvětšený, a nalézá se za čočkou ve vzdálenosti větší, než jest dvojnásobná délka ohniska.*

5. *Je-li předmět v ohnisku, vycházejí všechny paprsky po lomu svém z čočky vespolek rovnoběžně, pročez nestýkají se vespolek i nevzniká žádný obraz.*

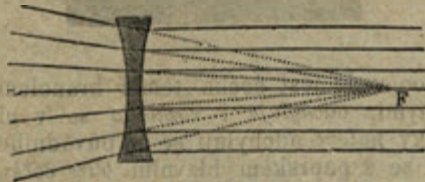
6. Je-li předmět ab (obr. 371.) mezi čočkou AB a ohniskem jejím C a sestrojíme-li hlavní paprsky aOm a bOn a vedlejší paprsky ad a bg , jež protínají po lomu ohnisko D , vidíme, že vycházejí paprsky z čočky *rozbíhavě*, pročež nestýkají se a tvoří za čočkou obrazu. Přicházejí-li však paprsky směrem am a Dh do oka, hledá oko původ jejich v a_1 , odkudž oba *zdánlivě* vycházejí a taktéž hledá oko původ paprsků bn a Di v b_1 , i vzniká tudíž *zdánlivý č. geometrický* obraz a_1b_1 předmětu ab . Je-li předmět mezi čočkou a ohniskem jejím, vzniká na též straně čočky *zdánlivý* obraz *přímý a zvětšený*, od čočky *vzdálenější*, než jest předmět.

Z předcházejícího patrno, že když předmět čočce se sblíží, obraz od ní se vzdaluje. Je-li předmět ve vzdálenosti nekonečné, jest obraz v ohnisku; je-li předmět ve dvojnásobné dálce ohniska, jest i obraz ve dvojnásobné dálce ohniska. Čím více blíží se předmět ohnisku, tím dále za čočkou vzniká obraz; je-li předmět v ohnisku, jest obraz ve vzdálenosti nekonečné.

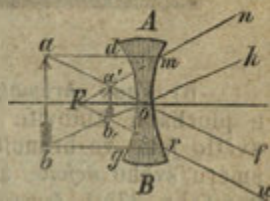
Čočky spojné jsou podstatnou částí *kukálka* a mnohých přístrojů optických; slouží též co skla *zapalovací*, jimiž nejen paprsky světla, nýbrž i tepla soustřeďují se v ohnisku, kdež zápalné předměty se zapalují. Světlo, nalézající se v ohnisku čočky, vysílá čočkou paprsky *rovnoběžné*, jichž světlosti v dálce jen málo ubývá, pročež čoček spojných též *k osvětlování* se užívá.

259. Čočky duté. Paprsky, dopadající na čočku dvojdutou *rovnoběžně s osou* (obr. 372.), vycházejí z čočky *rozbíhavě* a způsobují v oku pozorovatele dojem, jako by vycházely z bodu F , ležícího *na téže straně* čočky, odkud paprsky na ni dopadají. V bodu F , který jest tudíž *ohniskem* čočky, vzniká tedy *zdánlivý č. geometrický* obraz svítícího bodu, nesmírně vzdáleného.

Obr. 372.



Obr. 373.



Čočka ploskodutá a vypuklodutá liší se od dvojduté pouze dálkou ohniska. V čočkách dutých láme se světlo tak, že paprsky *rovnoběžné* vycházejí z čočky *rozbíhavě*, paprsky *rozbíhavé* opouštějí čočku ještě *více rozbíhavě* a paprsky *sbíhavé* stávají se po lomu svém buď méně *sbíhavými*, buď *rovnoběžnými*, buď *rozbíhavými*. Poněvadž v čočkách takových paprsky se rozptylují, nazýváme je čočkami *rozptylovacími*.

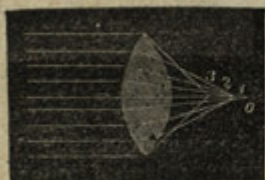
Je-li před dvojdutou čočkou AB (obr. 373.) předmět ab , sestrojíme hlavní paprsky aOf a bOh a vedlejší paprsky ad a bg , s osou

rovnoběžné, jež vycházejí z čočky směry mn a ru , jakoby vycházely z ohniska F . Vedlejší paprsek mn stýká se *zdánlivě* se svým hlavním paprskem v a_1 a taktéž zdá se oku, do něhož přicházejí paprsek hlavní b_1 a paprsek vedlejší ru , že původ obou těchto paprskův jest v bodu b_1 , pročež uvidí oko obraz $a_1 b_1$, který jest, jak z obrazce patrné, toliko *zdánlivý* č. *geometrický, přímý, zmenšený* a nalézá se *mezi čočkou a ohniskem jejím na tétéž straně, kde jest předmět.*

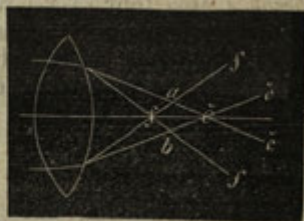
Čoček rozptylovacích užívá se co přístrojů optických.

260. Vady čoček. a) *Vada sférická.* Paprsky, které prostřední částí čočky rovnoběžně s osou procházejí, stýkají se po lomu za čočkou v ohnisku o (obr. 374.); paprsky, které dopadají na pokraj čočky, protínají paprsek hlavní *blíže čočky* v bodech 1, 2, 3... a stýkají se s paprsky středními, z čehož vyplývá, že oko nevidí obraz bodu co jediný bod, nýbrž co okrouhlou světlou plochu, čímž vznikají obrazy *nejasné.* Vada tato, z kulovitosti čočky pochodící, zove se *vadou* č. *úchytkou sférickou* a zmenšuje se, postavíme-li před čočku neprohledné, pouze u prostřed okrouhlým otvorem opatřené stínidlo, aby pouze střední paprsky na čočku dopadati mohly.

Obr. 374.



F Obr. 375.



b) *Vada chromatická.* Poněvadž jest čočka téměř hranolem s plochami kulovitě zakřivenými, *odchyluje i rozkládá se* v ní světlo jako ve hranolu. Paprsky *fialové* odchylují se od původního směru svého *nejvíce* a stýkají se s paprskem hlavním *blíže čočky* v f (obr. 375.), *červené*, které *nejméně* se odchylují, protínají se *dále za čočkou* v bodu f' . Z toho vyplývá, že jest obraz *bílý* jen uprostřed, kde stýkají se barevné paprsky všeho druhu, na pokrajích jest však obraz *barevně obrouben* a sice má obraz za čočkou před ab , jak z nákresu patrné, obrubu *červenou* a *žlutou*, v ab obrubu *nachovou*, která vzniká smíšením barvy *červené* a *fialové*, za ab jest pokraj obrazu *fialový* a *modrý.*

Barevnost obrazův zove se *vadou* č. *úchytkou chromatickou* a může zameziti se podobným způsobem jako u hranolův spojením dvou neb více čoček v čočku jedinou, kteráž této vady nemá a proto čočkou *achromatickou* (bezbarvou) slove.

Čočky achromatické sestavují se z čoček spoj-
ných ze skla korunového a čoček rozptylovacích ze
skla flintového a naopak. Jsou-li čočky přiměřeně
zakřiveny, ruší se rozklad světla, způsobený čočkou
jednou, lomem světla v čočce druhé, tak že achro-
matickou čočkou docílíme obrazův jasných, bez
okrajů barevných. Obr. 376. znázorňuje všech šes-
tero druhův čoček achromatických.

Nemá-li čočka ani úchytky chromatické ani
úchytky sférické, zove se *aplanatickou*.

Obr. 376.

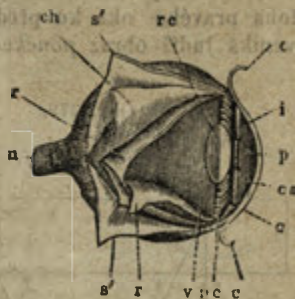


D. Oko a nástroje optické.

261. Oko skládá se: 1. z *bulvy* (zenice, očního jablka) a
2. z částí k službě a ochraně bulvy určených (jako jsou: víčka
s brvami, obočí, ústroje slzná a svaly, k pohybu oka sloužící).

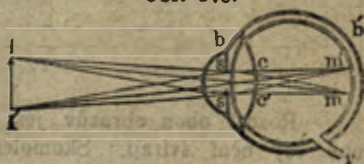
Bulva jest téměř kulovitá a skládá se: a) z *běliny* (bílá neb
tvrdé blány) *s'* (obr. 377.), jejíž přední prohledná vypuklejší část *c*
slove *rohovka*; b) z *cevnatky* (žilovice) *ch*, krevními cévami protkané
a na vnitřní straně černým barvivem, které rozptýlené paprsky po-
hluje, pokryté; c) z *duhovky* *i*, na před-
ním povrchu u rozličných lidí rozličně
zbarvené, na zadním povrchu černé a
u prostřed otvorem *p*, tak zvanou *zře-
nici* (zornici, zřetelnici, panenku) opa-
třené; za duhovkou jest *kruh řásnatý* *pc*,
z cév řásnatých složený; d) ze *sítnice* *r*,
kteráž jest blánovitým rozářením *nervu*
zrakového *n*, z mozku bělinou a cevnat-
kou do vnitř bulvy vstupujícího; e) z *čočky*
křišťálové *rc*, kteráž jest na přední ploše
elipticky, na zadní parabolicky sklenutá a
z lupenitých, čím dále do středu tím hut-
nějších vrstev složená; f) z *moku vodnatého*
ca, který prostor mezi rohovkou a čočkou
vyplňuje a ve kterém duhovka volně plove; g) z *těla sklovitého* *v*,
které dutinu mezi sítnicí a čočkou vyplňuje a z prohledné, v blánce
uzavřené látky rosolovité se skládá.

Obr. 377.



Obr. 378.

262. Kterak vidíme? Ro-
hovka, mok vodnatý, čočka a tělo
sklovité působí dohromady jako
vypuklá čočka. Padají-li tudíž
z předmětu *W* (obr. 378.), který
není oku *příliš blízký*, paprsky do



oka bb_1 , procházejí rohovkou a zřenicí ss' do čočky cc' a lámou se tak, že vzniká na sítnici zmenšený a převrácený obraz mm' , který působí v nerv n tak, že dojem jeho ku vědomí člověka přichází.

a) Ku vidění jest nutně třeba, aby obraz vznikl na sítnici, a aby nerv byl dosti citlivý.

Uděláme-li do oka volského otvor, a díváme-li se otvorem tím do oka, vidíme zřetelně na sítnici zmenšený a převrácený obraz toho předmětu, který před rohovkou se nalézá.

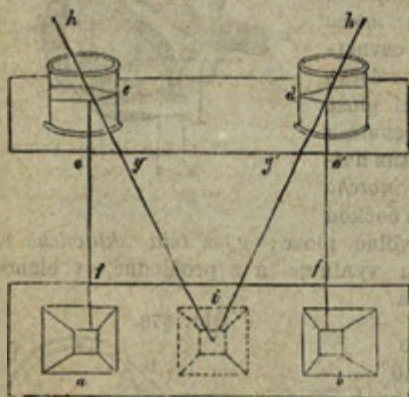
b) Obraz na sítnici jest sice převrácený, přece však vidíme předměty přímé. Oko hledá původ dojmu tam, odkud vychází, tudíž směrem hlavního paprsku každého jednotlivého svítícího bodu a vidí tudíž *hořejší* body obrazu *dole* a *dolejší* *nahoře*.

c) Poněvadž se díváme na předmět *oběma* očima a v každém oku jeden obraz vzniká, měli bychom, cítilce *dva* dojmy, viděti též *dva* předměty; vznikají-li však obrazy na *souměrně* položených místech obou sítnic, hledáme původ jejich v *témž jediném* místě a vidíme tudíž jen *jediný* předmět.

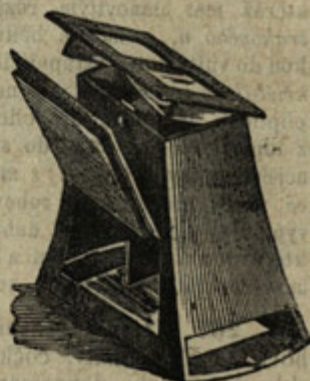
Pošineme-li jedno oko prstem tak, aby vznikly obrazy na místech *nesouměrných* na sítnicích, spatříme předmět každým okem v jiném směru, tudíž také v jiném místě, *pročež* vidíme *dva* předměty.

d) Díváme-li se na předměty *vzdálené*, jsou osy obou očí *téměř rovnoběžny* a tudíž vznikají na sítnicích obou očí obrazy *stejně*. Hledíme-li na předmět *blížeji*, svírají osy oční jistý úhel, proto jest *poloha* pravého oka ku předmětu jiná než oka levého a v každém oku vzniká tudíž obraz *poněkud jiný*.

Obr. 379.



Obr. 380.



Rozdíl obou obrazův jest tím větší, čím větší jest úhel, který obě osy oční svírají. Skomolený jehlan spatřuje ku př. jedno oko

ve tvaru *a* (obr. 379.) a druhé ve tvaru *b*. Poněvadž vznikají obrazy na souměrných místech obou sítnic, způsobují celistvý dojem pouze jediného avšak *tělesného* předmětu.

Hledíme-li každým okem na nákres jiný, avšak takový, jaký jest obraz, který by z nakresleného předmětu na sítnici oka toho vznikl, a docílíme-li přiměřeným přístrojem toho, aby oba obrazy v jediný obraz splynuly, tož uvidíme v bodu, kde obě osy oční by se stýkaly, nákres co skutečné tělo; proto zove se přístroj, jehož k tomu cíli se užívá, *stereoskop* (tělesohled) a skládá se ze dvou polovin čočky *c*, *d* (obr. 379. a 380.), ve kterých paprsky *fe* a *fe'* tak se zlomí a do očí přicházejí, jakoby vycházely ze společného místa i směry *gh* a *g'h*. V tom místě vidíme pak tělesný jehan *i*. Oběma polovinami čočky obrazy netoliko *se zvětšují*, nýbrž oku zdánlivě *přibližují*. Je-li nákres na skle, osvětluje se světlem skrze něj procházejícím, je-li na papíře, osvětluje se shora světlem, jež postranním otvorem vniká do skřínky (obr. 380.), na jejíž dno nákres se klade.

263. Podmínky zřetelného vidění. Abychom předměty zřetelně viděli, musí býti obraz na sítnici *zřetelný, jasný, dosti veliký a dojem obrazu na sítnici musí jistou dobu potrvati.*

1. Má-li býti obraz *zřetelný*, musí vzniknouti na sítnici, což dělo by se jen tenkrát, když předmět nalézá se v určité vzdálenosti, neboť působí oko jako čočka vypuklá, při které určitá vzdálenost obrazu za čočkou vyžaduje též určité vzdálenosti předmětu před čočkou. Zkušenost učí však, že oko spatřuje zcela zřetelně předměty v *rozličných* větších i menších vzdálenostech, z čehož patrně, že může oko rozličné vzdálenosti předmětu jaksi se *přispůsobiti*, tak že vzniká na sítnici zřetelný obraz předmětu bližšího i vzdálenějšího.

Přispůsobení (akkomodace) oka rozličným vzdálenostem jest omezeno. Oko zdravé nevidí předmětu dosti zřetelně, je-li mu blíže než 8—10". *Zřetelně* vidí tudíž zdravé oko jen ty předměty, které jsou ve vzdálenosti *větší* než 8—10". Ve vzdálenosti 8—10" vidí zdravé oko předmět *nejzřetelněji*, pročež vzdálenost tato zove se *dálkou zraku*. Má-li oko *menší* dálku zraku než 8—10", jest *krátkozraké*, je-li dálka zraku *větší* než 8—10", jest oko *dalekozraké*.

Krátkozrakost jest přirozená, pochází li z přílišného zakřivení rohovky neb čočky, aneb navyklá, pochází li z nazírání na předměty drobné, z přílišného čtení atd. Přirozená krátkozrakost opravuje se ve věku pokročilejším

Obr. 381.



Obr. 382.



sama, poněvadž ubývá ve stáří zakřivenosti rohovky i čočky; je-li krátkozrakost navyklá, můžeme jí odvyknouti bleděním na předměty vzdálenější. Dale-

kozrakost dostavuje se ve stáří téměř u každého člověka, poněvadž rohovka i čočka ve věku pokročilejším se splošťují.

V oku dalekozrakém vzniká obraz předmětu za sítnicí (obr. 381.), v oku krátkozrakém před sítnicí (obr. 382.). Obě tyto vady oka možno zameziti brejlemi, a sice pomáhá se oku dalekozrakému čočkou

Obr. 383.



Obr. 384.



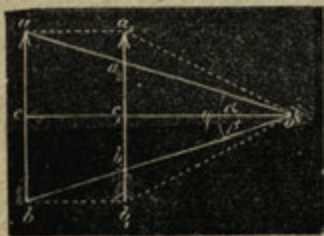
spojnou m (obr. 383.), kterou paprsky sbíhavými se činí, aby stýkaly se na sítnici; oko krátkozraké potřebuje pak čočky rozptylovací n (obr. 384.), aby obraz dále za oční čočkou, tudíž až na sítnici vznikl.

Vzniká-li obraz na sítnici, jest zřetelný, poněvadž působí oko jako čočka aplanatická; zamezujet úchytku sférickou tvar čočky a duhovka, která působí co stínidlo, propouštějíc zřeníci pouze střední paprsky, úchytku chromatická jest pak zamezena příslušným seřaděním prohlédných částí oka v jedinou čočku achromatickou.

2. Obraz musí býti přiměřeně jasný; ze předmětu svítícího nemá přicházeti do oka ani příliš mnoho, ani příliš málo světla. Zřeníce jest upravena tak, že při slabší jasnosti předmětu se rozšiřuje, aby více paprsků do oka přicházelo a obraz dosti jasný utvořilo. Zíráme-li na předměty příliš jasné (ku př. na slunce), zmenšuje se zornice a propouští méně paprskův, čímž brání příliš silnému dojmu světla, kterým sítnice mohla by se otupiti.

Vejdeme-li do sklepa jen slabě osvětleného, rozeznáváme předměty v něm, až když zřeníce dostatečně se rozšířila. Přijdeme-li ze tmy do příliš jasného světla, dojmá nás toto příliš silně a nepříjemně, pokud zřeníce dostatečně se nezmenší. — Noční dravci mohou zřeníci velmi silně rozšířiti a vidí tudíž v noci dosti zřetelně.

Obr. 385.



3. Obraz musí býti dostatečně veliký. Velikost obrazu řídí se zorným úhlem aob (obr. 385.), jež svírají paprsky, vedené z bodu o v čočce ležícího ku pokrajům předmětu ab . Zorný úhel a tudíž také obraz předmětu na sítnici jest tím menší, čím menší jest předmět aneb čím jest od oka vzdálenější.

Jak patrné, má předmět ab zorný úhel aob a jiný stejně veliký předmět a_1b_1 má zorný úhel a_1ob_1 , pročež se

nám zdá, že jest a, b , větší než ab . Předměty ab a a_2b_2 mají *týž* zorný úhel aob , tudíž *zdánlivě tutéž velikost*, ač jest ab větší, než a_2b_2 .

Stromořadí zdánlivě se sbíhá; dlouhé chodby zdají se býti v dálece užší a nižší; ve velikých místnostech v dále strop zdánlivě se níží a podlaha se zvyšuje; předměty ve značné výši se nalézající jeví se mnohem menší a musí tedy býti ve skutečnosti značně veliké, abychom mohli je viděti. — Má-li obraz neb nákres vzbuditi v nás dojem jako skutečný předmět, musí býti kreslen tak, jak oku předměty se jeví, t. j. *perspektivně*. Vzdálenější předměty musí tudíž kresliti se menší, stromořadí sbíhavé atd.

Poněvadž úhel zorný řídí se netoliko *velikostí*, nýbrž i *vzdáleností* předmětu, můžeme *skutečnou velikost* předmětu ze *zdánlivé velikosti* posouditi jen tehdy, když *skutečná vzdálenost* jeho nám jest známa. Známe-li pak *skutečnou velikost* předmětu, můžeme posouditi ze *zdánlivé vzdálenosti* též *skutečnou vzdálenost* jeho. Není-li ani skutečná velikost ani skutečná vzdálenost předmětu známa, posuzujeme obě ze přirovnání jich k jiným známým.

Čím jasnější jest předmět, tím *blíže* zdá se býti, neboť známo ze zkušenosti, že vzniká obraz tím jasnější, čím jest předmět oku bližší. — Předmět, jehož skutečnou velikost známe, zdá se býti tím vzdálenější, čím menší se jeví. — Ve vzdálenosti příliš veliké zdají se oku všechny předměty stejně vzdáleny, jako ku př. hvězdy. — Zorný úhel slunce jest 32' a měsíce 31', proto jeví se nám velikost jejich téměř stejná.

4. Dojem světla na sítnici musí trvati jistou dobu, aby mohl se vytvořiti obraz dosti určitý a jasný. Čím *silnější* jest dojem světla, tím *kratší* doby třeba ku vytvoření obrazu.

Kouli vystřelenou v pohybu nevidíme, elektrickou jiskru pozorujeme však dobře, ač *mnohem rychleji* se pohybuje než koule. — Tak zvané *žanžování* (franc. *change* — výměna) zakládá se v rychlém pohybu vržených těl, jichž proto nelze viděti, poněvadž nemohou v pohybu příliš rychlém žádného dojmu způsobiti.

Dojem světla v oku trvá asi o $\frac{1}{3}$ vteřiny déle než co světlo působí. Následuje-li tudíž více dojmův tak rychle za sebou, že dojem předcházejícího ještě trvá, když dojem následujícího počíná, tu splývají všechny dojmy v jediný dojem celistvý.

Žhavý uhel rychle v kruhu otáčený způsobuje dojem ohnivého kruhu. — Na kole rychle se otáčejícím nelze ramen (špicí) rozeznati, nýbrž kolo jeví se co celistvý kotouč. — Vykreslíme-li na jednu stranu desky z lepenky nějaký předmět, ku př. klec a na druhou stranu v příslušném místě ptáka a otáčíme-li desku velmi rychle, objeví se pták v kleci. Deska taková nazývá se *thaumatrop*. — *Stroboskop* skládá se z kotouče, který má na pokraji několik otvorův a pod každým otvorem obraz téhož předmětu v poloze jiné a sice postupně takové, kterou by měl, konaje jistý pohyb v jednotlivých dobách rychle za sebou následujících. Otáčíme-li desku dosti rychle před zrcadlem a díváme-li se skrze otvory na obraz předmětu v zrcadle, vzniká dojem, jako by předmět skutečně se pohyboval.

264. **Subjektivné č. osobné úkazy zření.** a) Dívá-li se oko na světlou proužku na tmavém podkladu, uzří ji *širší* než skutečně jest, patří-li na tmavou proužku na světlém podkladu,

zdá se proužka *užší*. Úkaz tento, nazvaný *irradiace*, vykládá se z vady čočky oční, kteráž jest příčinou, že jednoduchý světlý bod dává obraz světlé plochy.

Osvětlená část měsíce jeví se co díl koule větší, tmavá část co díl koule menší. — Stálíce jeví se co světlé *okrouhlé plochy*, ač zorný úhel jejich jest tak malý, že bychom měli je viděti co pouhé *bodý*.

b) Díváme-li se déle na *červenou proužku*, na bílý papír položenou a silně osvětlenou a přikryjeme-li proužku náhle bílým papírem, uzmíme na tomto bílém papíře proužku *zelenou*, což tím se vykládá, že sítnice, byvši červenou barvou déle dojmána, pro tuto barvu takřka citlivosti pozbývá a tudíž z bílého světla červenou barvu vylučuje, pročež zbývající barvy ostatní co barva doplňovací t. j. *zelená* se objevují.

c) O pohybu předmětu dovídáme se z pohybu obrazu jeho na sítnici. Obraz pohybuje se však, když pohybuje se pouze předmět neb pouze oko aneb když pohybuje se předmět i oko současně. Někdy nejsme si toho vědomi, že se pohybujeme a tu zdá se nám pak, že pohybují se předměty, jež v klidu se nalézají.

Zdánlivý pohyb předmětův při jízdě a plavbě lze z předcházejícího vyložití.

265. Drobnohledy jsou optické nástroje, jež k tomu slouží, abychom zřetelně viděli předměty *příliš malé*, pouhému oku *neviditelné* aneb *nezřetelně viditelné*.

a) *Drobnohled jednoduchý* jest každá spojná čočka s malou délkou ohniska. Předmět *ab* (obr. 371.) staví se mezi čočku *AB* a ohnisko její *C* a oko, čočkou na předmět zirájící, spatřuje *přímý* a *zvětšený* obraz $a_1 b_1$ na též straně čočky, kdež jest předmět.

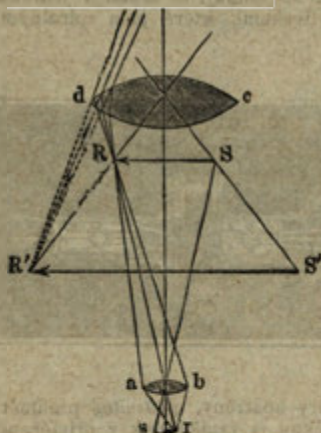
Působení drobnohledu jednoduchého záleží v tom, že předmět oku značně sblížití a tudíž zorný úhel značně zvětšiti můžeme. Abychom obraz $a_1 b_1$ zřetelně viděti, musí vzniknouti v dálce zraku, pročež čočku tak dlouho předmětu sblížíme aneb od něho vzdalujeme, až vidíme *zcela zřetelně*. Obraz $a_1 b_1$ jest tolikrát větší než předmět *ab*, kolikrát jest $a_1 b_1$ od čočky vzdálenější než *ab*. Vzdálenost obrazu $a_1 b_1$ od čočky jest pak dálka zraku a vzdálenost předmětu *ab* od čočky jest téměř dálka ohniska čočky (neboť jest předmět mezi ohniskem a čočkou), pročež zvětšuje drobnohled tolikrát, kolikrát jest dálka zraku větší než dálka ohniska čočky. Dalekozrakému zvětšuje tudíž tentýž drobnohled více než krátkozrakému.

Čočka, jejíž dálka ohniska $\frac{1}{2}$ —2" obnáší, nazývá se *lupa*. Takové užívají hodináři a jiní řemeslníci při drobnějších pracích.

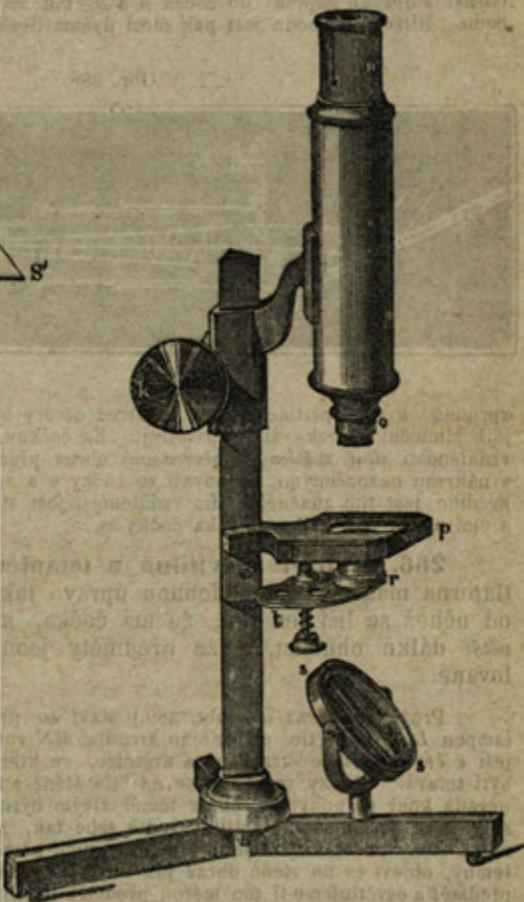
b) *Drobnohled složený* (obr. 386.) skládá se z čočky *ab*, která jest blíže předmětu a proto *předmětníci* (objectiv) slove, a čočky *cd*, kterou oko hledí a kteráž tudíž *očníci* (ocular) se nazývá. Předmět *ab* má *malou* dálku ohniska a vytvořuje zvětšený a převrácený obraz *RS* předmětu *rs*. Předmět *rs* jest *před ohniskem* čočky *ab*, ale

blízko ohnisku. Na obraz RS zíráme očnicí cd jako drobnohledem jednoduchým a spatřujeme tudíž $R'S'$ co zvětšený obraz obrazu RS .

Obr. 386.



Obr. 387.



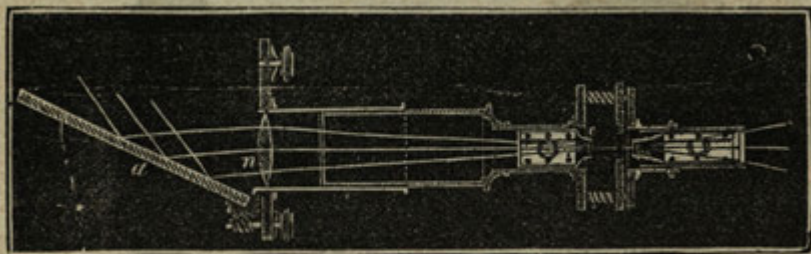
Jak z náčrtu patrně, vidíme tudíž drobnohledem složeným předmět *převrácený*. Čím menší jest délka ohniska očníce a předmětnice, tím více zvětšuje drobnohled složený. Aby bylo možno docílit zvětšení rozličného, bývá drobnohled opatřen několika předmětnicemi a nejméně dvěma očníci. Mají-li býti obrazy *zřetelné a jasné*, musí míti drobnohled čočky *aplanatické*, proto skládá se předmětnice z *více* čoček, které tvoří dohromady jedinou čočku aplanatickou. Očníce bývá složena též ze *dvou* čoček, z nichž jedna od druhé bývá často poněkud vzdálena, tak že jest mezi očníci a předmětnicí. Tuto čočku zoveme pak *čočkou sběrnou* (kolektiv).

Obr. 387. ukazuje vnější úpravu složeného drobnohledu. Ve trubici *no* uvnitř černé a na příslušných místech střídně opatřené jest dole zasazena předmětnice *o* a nahoře posouvá trubice *n* s očníci a čočkou sběrnou. Trubice posouvá se na stojanu šroubem *k*. Na desku *p*, u prostřed prolomenou, klade se předmět, který osvětluje zrcadélko *s*; pod deskou *p* bývá pak koutouč *t* s několika otvory rozličné velikosti, kterými propouští se na předmět dle potřeby více neb méně světla. Je-li předmět neprohledný, osvětluje se stranou *s* hora čočkou spojnou, která může postaviti se tak, aby paprsky sluneční na ni dopadající vycházely z ní na předmět.

c) *Drobnohled sluneční* vytvořuje skutečné, silně zvětšené obrazy, kteréž v přiměřené vzdálenosti na bílé stěně zachytiti a mnoha pozorovatelům najednou ukázati můžeme.

Úprava drobnohledu slunečního jest znázorněna obr. 388. Heliostat a odráží sluneční paprsky do čoček n a o , tak že sbíhají se téměř v jediném bodu. Blíže toho bodu jest pak mezi dvěma deskami, které jsou spirálními

Obr. 388.



zpruhami k sobě přitlačeny a u prostřed otvory opatřeny, průsvitný předmět, jež sluneční paprsky silně osvětlují. Za čočkou m vzniká pak v přiměřené vzdálenosti silně zvětšený a převrácený obraz předmětu. Ozubenými kolečky, v nákrese naznačenými, posouvají se čočky o a m . Zvětšení drobnohledu slunečního jest tím značnější, čím vzdálenější jest stěna, na které obraz vzniká, a čím menší jest dálka ohniska čočky m .

266. Kouzelná svítilna a temnice. a) *Kouzelná svítilna* (laterna magica) má podobnou úpravu jako drobnohled sluneční, od něhož se liší jen tím, že má čočka, která obrazy vytvořuje, větší dálku ohniska, a že předměty jsou větší a na skle malované.

Průsvitný obraz ab (obr. 389.) staví se před čočky cd a osvětluje se lampou L , jejíž světlo od dutého zrcadla MN rovnoběžně se odráží. Lampa jest v černé skřínce uzavřena a světnice, ve které obrazy se pozorují, musí býti tmavá. Obrazy zachycují se na bílé stěně aneb na kouři, kdež pak, poněvadž kouř se pohybuje, obraz téměř živým býti se jeví (*fantasmagorie*). Postaví-li se dvě kouzelné svítilny vedle sebe tak, aby obrazy z obou na též místě stěny povstávaly a je-li v jedné z nich předmět osvětlený, v druhé pak temný, objeví se na stěně obraz jak obyčejně. Zatemňujeme-li pak osvětlený předmět a osvětlujeme-li tou měrou předmět temný, přechází poněnáhu obraz prvé na stěně vytvořený v jiný obraz druhé svítilny, který téměř z mlhy povstává, proto zovou se obrazy tyto *mlhovými obrazy*.

b) *Temnice* (camera obscura) jest truhlík u vnějšku černý, do něhož zasazena trubice, v níž spojná čočka C (obr. 390.), mající velikou dálku ohniska posouvati se může. Paprsky ab , přicházející z předmětu před čočkou, dávají za čočkou na průsvitné stěně obraz a_1b_1 , aneb dopadají, opustivše čočku na zrcadlo gh v úhlu 45° skloněné a odrážejí se vzhůru na prosvitnou desku, kdež pak vytvořuje se obraz a_2b_2 , jež lze na papíře nakresliti.

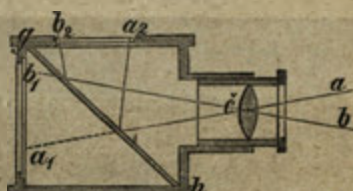
Temnice užívají fotografové a malíři krajín.

267. Dalekohledy zovou se nástroje optické, kterými předměty od oka velmi vzdálené zřetelně spatřujeme. Skládají-li se

Obr. 389.



Obr. 390.

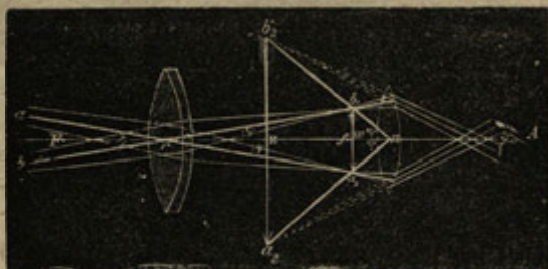


dalekohledy pouze z čoček, zovou se *dioptrické*, skládají-li se z čoček a zrcadel, jmenují se *katoptrické*.

A. Z dalekohledův *dioptrických* jsou nejdůležitější:

a) *Dalekohled hvězdářský* č. *Keplerův* skládá se z aplanatické předmětnice *r* (obr. 391.), která má velikou vzdálenost ohniska, a z aplanatické očníce *n*. Předmětnice *r* dává ze vzdáleného, velkého před-

Obr. 391.



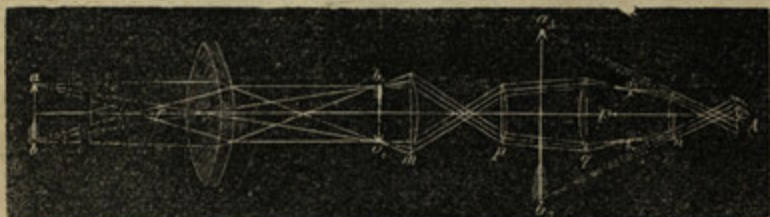
mětu *ab* malý, převrácený obraz a_1b_1 , na který zíráme očnící *n* jako drobnohledem jednoduchým, tak že vidíme jej v a_2b_2 zvětšený a vzhledem ku předmětu převrácený.

Dalekohledem hvězdářským vidíme předměty převrácené, což ovšem při pozorování hvězdářských nevaří. Větší dalekohled hvězdářský, na přiměřeném stojanu se otáčející, zove se *tubus*.

b) *Dalekohled zemní* dává za předmětnici *r* (obr. 392.) převrácený obraz a_1b_1 předmětu *ab*; čočkami *m*, *p*, *q* převrací se tento obraz, tak že jest v a_2b_2 vzhledem ku předmětu opět *přímý*. Očnící *n* zíráme na a_2b_2 jako drobnohledem a spatřujeme v a_3b_3 zvětšený a *přímý* obraz předmětu.

Čočky m , p , q a n skládají očníci zemní. Někdy mívá též dalekohled očníci hvězdářskou i zemní, tak že slouží i co dalekohled hvězdářský i co zemní.

Obr. 392.



c) Dalekohled holandský č. Galileův má co předmětnici aplana-tickou čočku spojnou r (obr. 393.), kteráž má velikou dálku ohniska, a co očníci čočku rozptylovací n , mající menší dálku ohniska. Za předmětnicí r vzniká malý, převrácený, skutečný obraz a_1b_1 velkého vzdá-

Obr. 393.



leného předmětu ab . Očníce n jest tak postavena, že paprsky dopadají na ni dříve, než utvořily obraz a_1b_1 , čímž stává se, že vycházejí z ní rozbíhavě, jako by přicházely z a_2b_2 , kdež uží pak oko přímý a zvětšený obraz geometrický předmětu ab .

Dalekohled holandský zvětšuje jen nepatrně, jest však krátký a proto pohodlný, slouží nejvíce co dalekohled divadelní a polní.

Dalekohledy dioptrické dávají obraz tolikrát větší než předmět, kolikrát jest dálka ohniska předmětnice větší než dálka ohniska očníce. — Čočky jsou zasazeny ve trubcích uvnitř černých a očníce může sblízkovati se předmětnici aneb vzdalovati se od ní, aby vznikl obraz vždy v dálce zraku.

B. Dalekohledy katoptrické mají na místě předmětnic dutá zrcadla.

a) Dalekohled Herschelův (obr. 394.) má na konci trubice duté zrcadlo m k ose trubice tak nakloněné, že vzniká obraz $a'b'$ při dolním pokraji trubice. Na obraz hledíme očníci n a spatřujeme zvětšený a převrácený obraz $a''b''$ předmětu ab .

Trubice jest o málo delší než dálka ohniska zrcadla a obraz $a'b'$ musí povstati mezi očníci n a ohniskem jejím F . Hlavou pozorovatele zamezuje se částí paprskův přístup ku zrcadlu, proto musí býti zrcadlo veliké.

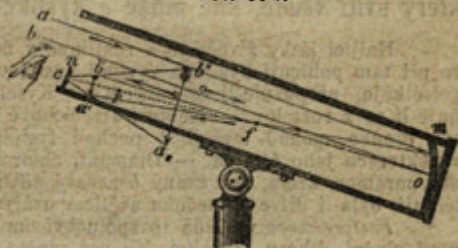
b) *Dalekohled Newtonův* (obr. 395.) má před zrcadlem dutým VW zrcátko rovné, k ose dutého zrcadla v úhlu 45° skloněné, na něž dopadají paprsky od dutého zrcadla dříve, než mohly vytvořiti obraz ab . Odrazem od zrcadla rovného vzniká na místě obrazu ab obraz cd , na něž zíráme očníci jako drobnohledem, tak že vidíme pak zvětšený obraz jeho v dálce zraku.

Zrcátko rovné zabráňuje středním paprskům přístup na zrcadlo duté, čímž obrazy stávají se méně jasné. Aby dalekohled do přiměřené polohy postaviti se mohl, bývá na něm připevněn jiný dalekohled, kterým na předmět (hvězdu) přímým směrem zíráme.

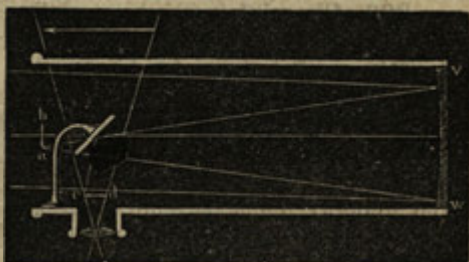
c) *Dalekohled Gregoryho* (obr. 396.) skládá se z dutého zrcadla SS , kteréž dává obraz a_1b_1 , a z druhého malého zrcádka dutého s , kteréž z obrazu a_1b_1 mezi ohniskem f a středem okružnosti c povstávajícího dává zvětšený a převrácený obraz a_2b_2 . Zrcadlo SS má uprostřed

otvor, do něhož zasazena trubice s očníci m , kterou zíráme na obraz a_2b_2 , tak že objevuje se nám pak v a_3b_3 zvětšený a přímý.

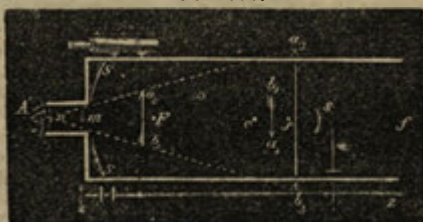
Obr. 394.



Obr. 395.



Obr. 396.



E. Fosforescence. Chemické účinky světla. Křížení a ohyb světla. Dvojlom a polarisace.

268. Fosforescence. a) Některá tělesa *svítí*, dějí-li se v nich jisté pochody *chemické*, zvýšíme-li *teplotu* jejich, mění-li se účinkem síly *tvar* jejich (ku př. štípáním, hraněním atd.) aneb ko-

nečně, byla-li nějakým světlem několik vteřin *osvětlena*. Světlo z těles takových vycházející jest *slabé* a tak jemné, že pouze *ve prostoru tmavém* lze je pozorovati. Úkaz ten zove se *fosforescence* (*světélkování*), poněvadž jeví se nejnápadněji na *fosforu* (kostíku), který svítí všude, kde může s kyslíkem se slučovati.

Hnijící látky živočišné a rostlinné v noci slabě svítí, i bylo shledáno, že při tom pohlcují kyslík a vyvíjejí kyselinu uhličitou. — Kyselina benzoová světélkuje, přepuzuje-li se horkem. — Kyselina arsenová dává světlo, vyhraňuje-li se z roztoku. — Někteří živočiškové mořští světélkují buď stále, buď tak dlouho, pokud trvá jistý pochod fyziologický v celém jejich těle aneb v některých jeho částích. — Diamant, chlorofan z Nerčinska, arragonit, vápenc, mramor, křída, tak zvaný *bononský kámen* a mnohá jiná pevná tělesa světélkují, byla-li dříve slunečním světlem ozářena.

Fosforescence vykládá se spoluchvěním molekul těles, jímž vzniká pak nové vlnění étheru, trvajícím *déle* než vlnění původní, kterým pohyb molekul byl způsoben.

269. Chemické účinky světla. a) Světlem podporuje aneb ruší se chemická slučivost mnohých látek; *paprsky rozličných barev* jeví však *rozličné* chemické účinky. Ve vidmu slunečním jsou tyto účinky od barvy červené až k barvě zelené zcela nepatrný, od barvy zelené počínaje jsou pak čím dále tím patrnější a jeví se i za paprsky fialovými, tak že právem souditi musíme, že končí se vidmo paprsky neviditelnými, jež za příčinou značných chemických účinkův jejich zoveme *paprsky chemickými*. *Modré, fialové* a *chemické* paprsky jeví nejsilnější účinky chemické.

Chlór a vodík slučují se v rovných objemech na světle slunečním v chlórvođík. — Rostliny vylučují na světle slunečním kyslík.

b) Chemické účinky světla slunečního jeví se zvláště nápadně tím, že některé hmoty na světle *zčernají* aneb *barvu mění*.

Mnohé sloučeniny stříbra a rtuti rozkládají se světlem slunečním a *zčernají*, jako ku př. chlóríd, jódid, bromid a dusičnan stříbrnatý (kamínek pekelný). *Zlatožlutý* jódid olovnatý rozkládá se částečně slunečním světlem a stává se *černomodrý*. — Barvy oděvu *blednou*, působí-li v ně světlo sluneční dlouhý čas. *Bílění plátna* zakládá se v chemických účincích slunečního světla.

270. Fotografie jmenuje se vyvození a ustálení obrazův, v temnici (str. 352.) vznikajících, chemickým účinkem světla na některé látky, zvláště na sloučeniny stříbra.

Fotografické obrazy dělají se takto:

Deska skleněná, dokonale vycištěná, polije se *kollodiem*, jemuž přidáno jódidu draselného. Kollodium rychle schne a zanechá *velmi teninkou prosvítanou* blánu, která ke sklu pevně přilne. Takto připravená deska vloží se pak do roztoku dusičnanu stříbrnatého v místě tmavém, pouze svíčkou osvětleném, čímž povléká se jódidem stříbrnatým, načež dá se deska do temnice v to místo, kde vzniká obraz předmětu. Působením světla objeví se pak na desce za několik vteřin *temný* (téměř černý) obraz. Poněvadž pak v místech, kde světlo *nejvíce* působilo, jódid stříbrnatý *nejvíce* zčernal, staly se na obraze *světlé* části předmětu *černými* a *černé* části *světlymi*, tak že jest obraz v té příčině *opáčný* čili *negativný*. Aby stal se obraz viditelným a se ustálil,

přeneseme desku opět do temné světnice a polijeme ji roztokem kyseliny duběnkové, ku kterémuž něco octa a líhu přidáno. Když pak obraz jest dosti zřetelný, umyje se a polije se pak roztokem sirnatanu sodnatého, kterým já-did stříbrnatý, na desce ještě pozůstalý, se ruší, načež deska překapanou vodou se oplákne. Pomocí desky s obrazem negativním možno pak zhotoviti na papíře jakékoliv množství obrazů pozitivních. Papír položí se hladkou stranou na roztok kuchyňské soli, osuší se pijavým papírem, pak se položí na roztok dusičnanu stříbrnatého a opět pijavým papírem osuší, načež položí se na stranu papíru takto připravenou deska s obrazem negativním a obě vyloží se v rámci na světlo. Tmavou částí obrazu negativního prochází na papír málo světla, proto zůstávají tato místa na papíře *světlá*, světlými místy desky prochází na papír paprskův více, proto jsou na papíře tato místa *černá*. Tím způsobem vzniká obraz *pozitivní*, t. j. takový jako předmět. Obraz ustálí se, dáme-li papír do roztoku sirnatanu sodnatého, do něhož se přidá též něco soli. Konečně obraz čistou vodou se omyje a osuší.

Fotografické podobizny jsou zcela pravé a velmi laciné a proto tak velice rozšířené. V novější době hotoví se fotografie i v barvách. Fotografie slouží vědám, uměním i průmyslu velmi značně. *Stereoskopické* obrazy fotografické znázorňují předměty ze všech oborů věd a umění netoliko zcela pravé, nýbrž i tělesné. — Dobré služby koná fotografie též při stíhání zločinců, jichž fotografované podobizny na všechny strany se rozesílají.

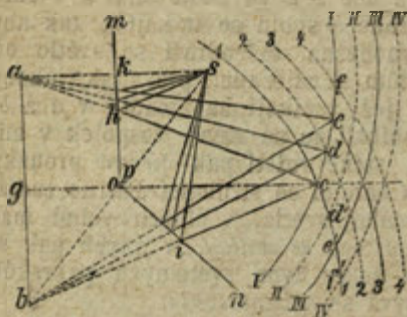
271. Křížení světla. a) Procházejí-li sluneční paprsky *červeným* sklem a vnikají-li pak do světnice úzkou štěrbinou, za níž jest postavena válcovitá čočka, tož vznikne v ohnisku čočky *světlá červená* proužka *s* (obr. 397.). Postavíme-li před proužku rovná zrcadla *mo* a *no*, z černého skla neb z kovu zhotovená a v úhlu velmi tupém (téměř 180°) v hraně *o* spolu se stýkající, tak aby hrana *o* byla s proužkou *s* rovnoběžna, tož odráží se světlo od zrcadel na stěnu, naproti zrcadlům se nalézajícím, právě tak, jakoby vycházelo z obrazův proužky, jež vznikají za zrcadly v *a* a *b*. Paprsky od zrcadel odražené sbíhají se na stěně vespolek v místech *c*, *d*, *e* atd. a na protější stěně viděti pak *červené* proužky *světlé*, s *temnými* a zcela *černými* čarami se střídající. Patrně tudíž, že paprsky stejnorodého (červeného) světla, v úhlech velmi malých se sbíhající, v některých místech *se sesilují*, v jiných pak *se seslabují* aneb zcela *se ruší*, tak že ze dvou světelných paprskův *tma* povstává. Výjev tento nazývá se *křížení světla*.

Spojíme-li *a* s *b* přímkou *ab*, půlíme-li *ab* v *g*, tak že $ag = gb$, a sestrojíme-li $cg \perp ab$, tož jest $ac = bc$ (neboť $ag = gb$, $cg = cg$, $\sphericalangle cga = \sphericalangle cgb = 90^\circ$ a tudíž $\triangle acg \cong \triangle bcg$), čili $ah + hc = bi + ic$. Poněvadž $ah = bh$ (neboť $ak = ka$, $kh = kh$, $\sphericalangle hka = \sphericalangle hka = 90^\circ$ a tudíž $\triangle hka \cong \triangle hka$) a $bi = ei$, (neboť $sp = pb$, $pi = pi$, $\sphericalangle spi = \sphericalangle bpi = 90^\circ$ a tudíž $\triangle ips \cong \triangle ipb$) jest též $sh + hc = ei + ic$. Paprsky, jež po odrazu od zrcadel *v* *c* se stýkají, vykonaly ode zdroje světla až ku stěně dráhy *stejně*, pobádají tudíž éther v *c* ku pohybu týmž směrem a působují silnější chvění étheru a tudíž silnější světlo. Ve všech ostatních místech *d*, *d'*, *e*, *e'* atd., po obou stranách *c* se nalézajících sbíhají a kříží se paprsky, jež vykonaly dráhy *nestejné*. Kdekoliv stýkají se paprsky, jichž dráhy rozdílny jsou o celou délku aneb více celých délek aneb sudý počet polovin délek vlny, jest éther pobádán k pohybu v témž směru, pohybuje se tudíž úsilněji a vzniká světlo *jasnější*. Kdekoliv stýkají se však vespolek paprsky, jichž dráhy rozdílny jsou o polovinu délky aneb lichý počet polovin délky vlny, jest éther pobádán k pohybu ve dvou *protivných* směrech silami *stejnými*, pročež zůstává éther v klidu i jest tudíž v tom místě

ma. Značí-li oblouky I, II, III, IV vlny, jichž střed se nalézá v *a*, a oblouky 1, 2, 3, 4 vlny, jichž střed je v *b*, a znázorní-li oblouky vytažené vrch a oblouky tečkované *dál* vlny, tož patrné, že v *c* stýkají se vespolek vlny od *a* i od *b* stejně vzdálené, a sice stýká se dle nákresu v *c* vrch vlny I s vrchem vlny 1, pročež v *c* éther musí vytvořiti vrch dvojnásobně vysoký i musí tudíž úsilněji se chvěti a vzniká tedy v *c* světlo *jasnější*. — V *d* stýkají se vespolek vlny, jichž vzdálenosti od *a* a *b* jsou *rozdílné* o polovici délky vlny, a sice stýká se dle nákresu v *d* vrch vlny I s dolem vlny 2. Maje tvořiti vrch a současně *dál* vlny, jest éther pobádán k pohybu ve dvou protivných směrech silami stejnými, pročež v klidu zůstává a v *d* *tmavá* proužka vznikne. Taktéž děje se patrně i v bodu *d'*. — V *e* kříží se vlny, jichž vzdálenosti od *a* a *b* jsou *rozdílné* o celou délku čili o dvě poloviny délky vlny, a sice stýká se dle nákresu v *e* vrch vlny 1, s vrchem vlny 3, pročež, jak z předcházejícího vyplývá, vznikne v *e* a taktéž i v *e'* proužka *světla*. — V *f* kříží se vlny I a 4, jichž rozdíl vzdáleností od *a* a *b* tři poloviny délky vlny obnáší; poněvadž stýká se v *f* vrch s dolem, vznikne v *f* a podobně i v *f'* proužka *tmavá* atd. — Od proužek *nejsvětlejších* až k proužkám *nejtmavějším* ubývá *jasnosti světla poněmžlu*.

b) Opakujeme-li zkoušku a použijeme-li postupně světla pomerančového, žlutého, zeleného, modrého a fialového, shledáváme, že světlé barevné proužky jsou čím dále tím užší, u světla fialového jsou pak nejužší. Tím vznikají pak v místech, kde světlo jednoho druhu způsobuje proužky *tmavé*, světlem jiným proužky *jasné*.

Obr. 397.



Obr. 398.



c) Použijeme-li ku zkouškám světla *bílého*, objevují se v místech, kteráž by při světle jednoho druhu tmavými zůstala, jasné proužky jiné barvy, pročež *není tmavých proužek viděti*. Uprostřed, kde stýkají se barvy všeho druhu, vzniká proužka *bílá* a po obou její stranách jsou proužky *barev smíšených*.

Křížením světla vznikají barvy bublin mýdlových, velmi tenkých plátků skleněných, vápencových a slídových, rybích šupin a jiných tenkých blán. Značí-li ku př. *abcd* (obr. 398.) velmi tenkou blánu, na niž dopadají rovnoběžné paprsky sluneční *lm* a *hs*, tož zlomí se paprsek *lm* v bláně směrem *mn*, u *n* vychází část světla ze blány směrem *nr*, druhá část pak se odráží směrem *ns* a u *s* opět jedna část se odráží směrem *sv* a druhá část láme se směrem *so*. Týmž směrem *so* odráží se však paprsek *hs*, i vznikne tudíž křížení paprskův, z nichž jeden vykonal dráhu $lm + mn + ns + so$ a

druhý dráhu *hs + sv*. Poněvadž vykonaly paprsky dráhy nestejně, vznikají křížením jich rozmanité barvy.

272. Ohyb světla. a) Prochází-li světlo *jednoduché*, ku př. *červené*, jež šterbinou okenice do tmavé světnice vniklo, jinou *velmi úzkou* šterbinou, která za šterbinou okenice v přiměřené vzdálenosti se nalézá a s ní *rovnoběžna* jest, objeví se na protější bílé stěně uprostřed *světla červená se šterbinami rovnoběžná* proužka, v pravo i v levo viděti pak *slabší* proužky *červené, tmavými* čarami od sebe oddělené. Proužky jsou tím *širší*, čím *užší* jest druhá šterbina. Poněvadž osvětlená část stěny *mnohem širší* jest než šterbina, nutno souditi, že světlo od přímočárného směru *se odchýlilo* č. se zahnilo, pročež výjev tento *záhybem* č. *ohybem světla* se nazývá.

Pouštíme-li *toutěž šterbinou všechny* druhy světla, počínajíc *červeným* a postupujíc až k *fialovému*, jeví se proužky čím dále tím *užší*, jsou tudíž u světla *fialového* nejužší.

Prochází-li šterbinou sluneční světlo *bílé*, pokrývají se částečně proužky nestejně barvy i jeví se pak uprostřed světla proužka *bílá* a *širší* než jest šterbina, v pravo i v levo bílé proužky jsou pak proužky *různobarevné*.

Výjevy ohybem světla povstávající lze pozorovati nejlépe, je-li šterbina před předmětníci dalekohledu a zíráme-li na výjev očníci.

b) Je-li za šterbinou okenice, kterou světlo do tmavé světnice vchází, velmi tenký drát neb vlas v poloze se šterbinou *rovnoběžné*, objeví se na protější stěně stín jeho *širší*, než by vznikl přímočárným šířením světla, a u prostřed, kde by měl býti stín *nejtmavější*, viděti v něm *světlé* proužky též barvy, jakou má světlo. Světlé proužky ve stínu téhož drátu jsou tím *užší*, čím blíže jest barva světla barvě *fialové*. Světlem *bílým* vznikají ve stínu světlé proužky *různobarevné*.

Ohyb světla vykládá se tím, že každá částice étheru vlnění ve všech směrech rozšiřuje a za střed vln pokládati se může. Veškeré částice étheru mezi šterbinou a tudíž i částice na pokrajích šterbiny a drátu přivádějí se světlem k vlnění, jež dále se šíří. Na stěně sbíhají se pak paprsky, jež, vycházejíce z rozličných částic étheru, vykonaly dráhy nestejně, a křížením těchto paprsků vznikají pak výjevy výše popsané.

Pouští-li se světlo do světnice dvěma neb více stejnými, velmi blízko u sebe ležícími šterbinami, dává každá sama o sobě výjevy výše popsané. Veškeré výjevy tyto splývají pak dohromady v *celek*, který výjevu jednoduchému, ohybem světla v jediné šterbině povstávajícímu, *se podobá*.

Díváme-li se do slunce pavučinou, praporem brku, řasami očí, sklem plavuňovými výtrusy poprášeným atd., spatříme taktéž výjevy ohybem vznikající. — Ve světle odraženém jeví se ohyb světla na perleti, na křídlech hmyzdů, na uhlazených deskách, na peří některých ptáků, na hedbávných látkách atd.

273. Dvojlom. Padá-li velmi malým otvorem uzavřené okenice světlo na klencovou plochu vyhraněného vápence, jeví se na stěně za vápencem *dva* světlé body. Prochází-li světlo sluneční trojstěnným hranolem vyhraněného vápence, vznikají za ním *dvě* vidma hranolová. Z toho patrně, že paprsek světla ve vápenci ve *dvou* rozličných směrech se láme, pročez výjev tento *dvojlomem* se nazývá. Jako ve vyhraněném vápenci láme se světlo dvojitě ve všech hraních, vyjímaje toliko hraně soustavy krychlové.

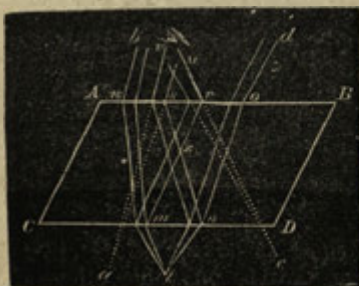
Dvojlom vykládá se tím, že ve vyhraněných tělesech, jichž molekuly jsou dle určitých zákonův seřaděny, jest pružnost étheru v rozličných směrech rozličná, pročez světlo v rozličných směrech rozličné se láme a tudíž ze hrani rozličným směrem vychází.

Jeden z paprskův, ve které světlo dvojlomem se rozkládá, láme se způsobem řádným, t. j. dle obecných zákonův lomu, a jmenuje se paprskem obyčejným č. *řádným*, druhý láme se způsobem mimořádným a slove proto paprskem *mimořádným*. Paprsek mimořádný nezůstává v rovině, ve které dopadá, a poměr lomu jeho je proměnlivý.

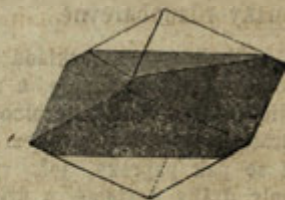
Je-li l (obr. 399.) svítící bod, na nějž zíráme vápencem $ABCD$, tož rozdělují se paprsky lm i ln ve dvě části, a sice lm v paprsky mw a mr , ln v paprsky no a ns . Do oka pozorovatele přicházejí pouze paprsky směrem $lmru$ a $lmsv$, pročez uzří oko *dva* svítící body a a e , z nichž paprsky tyto *zdánlivě* vycházejí.

Přibrousíme-li tupé rohy klence vápencového tak, aby vznikly na místě nich roviny, kolmé na hlavní osu hraně (obr. 400.), a padá-li světlo *kolmo* na tyto roviny, vychází ze hraně paprsek pouze *jednoduchý*. Padá-li světlo *šikmo* na tyto roviny, láme se dvojitě, ale paprsek mimořádný zůstává v rovině dopadu.

Obr. 399.



Obr. 400.



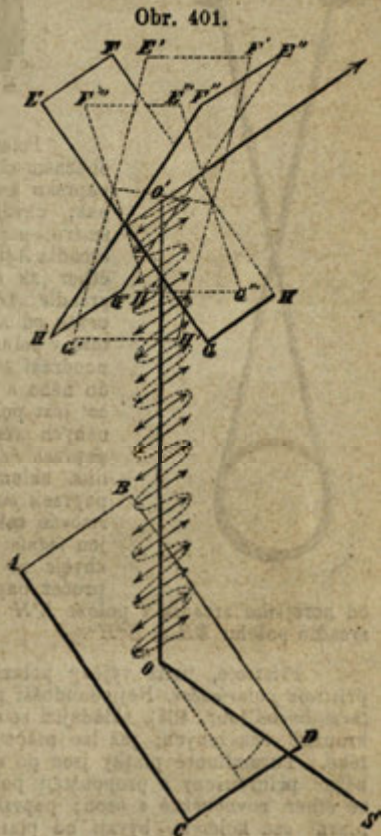
274. Polarisace. a) Dopadá-li paprsek SO (obr. 401.) na černé zrcadlo skleněné $ABCD$ tak, že svírá s rovinou jeho úhel $35^{\circ}25'$, tož odráží se od něho směrem OO' na druhé černé zrcadlo skleněné $EFGH$, s dolejší zrcadlem *rovnoběžné*, od něhož pak se odráží dle obyčejných zákonův odrazu.

Otáčeli-li se zrcadlo $EFGH$ okolo paprsku OO' jako okolo osy, ubývá jasnosti odraženého paprsku postupně, až konečně při otočení zrcadla o 90° do polohy $E'F'G'H'$ paprsek zcela zmizí. Otáčíme-li zrcadlo dále, jeví se paprsek postupně *jasnější*, až při otočení o 180° do polohy $E''F''G''H''$ opět *úplně se odráží* a jest *nejjasnější*. Při dalším otočení ze 180° do 270° ubývá opět jasnosti paprsku jako při otočení zrcadla z 0° k 90° , tak že paprsek opět zmizí, když zrcadlo o 270° z původní polohy do polohy $E'''F'''G'''H'''$ bylo otočeno. Otáčeli-li se zrcadlo z 270° do 360° , přibývá opět jasnosti světla jako z 90° do 180° , tak že při 360° jako při 0° paprsek opět *úplně se odráží*.

Výjev právě popsany jmenuje se *polarisace* světla, a světlo, které v *rozdílných směrech rozdílně působí*, zove se *světlem polarisovaným*.

b) Použijeme-li na místě *dolejšího* zrcadla $ABCD$ rámečku, v němž je zasazeno několik *vespolek rovnoběžných* desk skleněných, tož jedna část světla, v úhlu $35^\circ 25'$ na ně dopadajícího, od nich *se odráží* a tak se chová jak v odst. a) právě bylo vytknuto; druhá část světla pak deskami prochází. Dopadá-li pak toto v deskách *zlomené* světlo na černé zrcadlo skleněné, které jest s deskami *rovnoběžno*, tož od zrcadla *se neodráží*. Otáčíme-li pak zrcadlo, nastává úplný odraz při otočení o 90° a 270° . Paprsky, jež od více rovnoběžných desk byly *odraženy* a paprsky, jež v deskách těch byly *zlomeny*, jsou tudíž *opácným způsobem polarisovány*.

c) Prochází-li paprsek hranolem vápencovým, který má lámací hranu rovnoběžnou s hlavní osou a s jiným hranolem skleněným tak jest spojen, aby byl *achromatickým*, tož vychází pak ze hranolu řádný i mimořádný paprsek bezbarvý a oba tyto paprsky odchylní se od sebe více než obyčejně. Dopadá-li pak *řádný* paprsek na černé zrcadlo skleněné, shledáme, že jest polarisován



jako by od několika vespolek rovnoběžných desk skleněných byl *se odrazil*, paprsek *mimořádný* jeví se pak polarisován tak, jako by v deskách jednoduše byl *se zlomil*. Paprsky *řádne* a *mimořádné* jsou tudíž *opačným způsobem polarisovány*.

Dopadá-li světlo na zrcadlo $ABCD$ (obr. 401.) v úhlu větším neb menším než $35^{\circ}26'$, nezmizí v zrcadle $EFGH$ nikdy úplně, z čehož patrno, že dopadem v jiném úhlu nikdy úplně se nepolarisuje. Má-li světlo odrazem neb lomem úplně se polarisovati, musí dopadati na tělo polarisující v jistém určitém úhlu, který *úhlem polarisačným* slove a jehož velikost u rozličných hmot rozličnou se jeví.

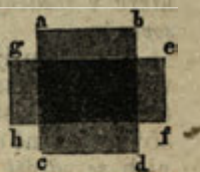
Obr. 402.



Obr. 403.



Obr. 404.



Polarisace vykládá se následovně: Ve světle obecném chvěje se éther ve všech směrech na směr paprsku kolmých; úplně polarisované světlo vzniká pak, chvěje li se éther *pouze jedním směrem* na směr paprsku kolmým. Ve světle, odrazem od zrcadla $ABCD$ (obr. 401.) polarisovaném chvěje se éther jak šipkami naznačeno, *rovnoběžně* s rovinou zrcadla $ABCD$ i odráží se tudíž polarisovaný paprsek od zrcadla hořejšího $EFGH$ úplně, když jest toto v poloze EH a $E'H''$, v poloze $E'H'$ a $E''H''$ neodráží se však od hořejšího zrcadla, nýbrž vniká do něho a bývá od něho pohlceno. Jako paprsek oo' jest polarisován též paprsek, od několika skleněných vespolek rovnoběžných desk odražený, a paprsek *řádny* dvojlomem vznikající. Paprsek několika skleněnými deskami rovnoběžnými *zlomený* a paprsek *mimořádný*, dvojlomem vznikající jest polarisován tak, že chvěje se v něm éther ovšem opět *jen jedním směrem* ale *kolmým* na onen směr, jímž chvěje se éther paprsku odrazem polarisovaného, pročež paprsek *zlomený* a *mimořádný* odráží se úplně

od hořejšího zrcadla v poloze $E'H'$ a $E''H''$ a neodráží se naprosto, když má zrcadlo polohu EH a $E''H''$.

Přístroje, jimiž výjevy polarisace se vyvozují a pozorují, jmenují se *přístroje polarisačné*. Nejjednodušší přístroj polarisačný jsou tak zvané *kleštky turmalinové* (obr. 402), skládající se ze dvou plátek turmalinových do dřevěných kroužků zasazených, jež lze otáčeti v okách drátu ve způsob kleští zahnutého. Turmalinové plátky jsou po obou stranách s hlavní osou hraně rovnoběžně přibroušeny a propouštějí polarisované světlo jen tehdy, když chvěje se éther rovnoběžně s osou; paprsky, v nichž éther chvěje se směrem na hlavní osu kolmým, bývají od plátek pohlceny. Padá-li obecné světlo na

plátek turmalinový *abcd* (obr. 403.), láme se v něm *dvojitě*, paprsek *řádný* bývá od plátku pohlcen, *mimořádný* pak z něho vychází. Položíme-li plátek *efgh* na *abcd* tak, aby osy obou byly rovnoběžny, prochází mimořádný paprsek též druhým plátkem. Otáčíme-li však plátek *efgh* na plátku *abcd*, ubývá jasnosti světla čím dále tím více, až konečně, když osy obou plátkův úhel 90° svírají, světlo úplně zmizí (obr. 404.). Jako křišťalky turmalinové skládá se každý přístroj polarisační ze dvou částí; v jedné světlo se polarisuje, v druhé pak vlastnosti polarisovaného světla se pozorují. — Zvláštním přístrojem polarisačním stanoví se též množství cukru v roztoku cukru ve vodě aneb vo šťávě řepy cukrové obsaženého.

Oddíl jedenáctý.

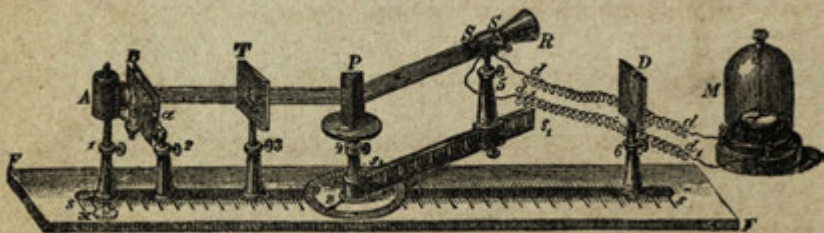
0 teple sálavém.

275. Teplo sálavé. Přejíždí-li teplo *přímochárně* od jednoho těla k jinému vzdálenému, zove se děj ten *sáláním* č. *zářením* tepla.

Přiblížíme-li se citlivým teploměrem k tělu silně zahřátému, stoupá rtuť; dáme-li mezi tělo a teploměr desku kovovou, klesá opět rtuť na důkaz, že deska sálavé teplo k teploměru nepropouští. — Aby sálavé teplo nebylo nám obtížným a neškodilo nábytku ve světnici, staví se ku kamnům stěny dřevěné neb plátěné. — Jak mile v kamnech hořeti počíná, rozmrzají okna, ač vzduch ve světnici není dostatečně zahřátý. — Přiblížíme-li se k ohni, cítíme v obličejí sálání tepla.

Zákony, jimiž se spravuje sálavé teplo, lze seznati pomocí přístroje, jež sestavil *Melloni*.

Obr. 405.



Podstatnou částí přístroje toho jest sloup thermoelektrický *SS* (obr. 405.) spojený dráty *d* a *d'*, s multiplikátorem *M* (str. 159. a 177.). Sloupek 1 slouží co podstavec rozličných zdrojů tepla, tabule *T* jest opatřena čtverečným otvorem *o*, kterým paprsky teploté procházejí, nebrání-li tomu deska *B*, kteráž může tak se otočiti, že buď paprskům postup k otvoru *o* zamezuje, buď v postupu tom jim nepřekáží. Na stolek *4* staví se tělesa (jako ku př. hranol *P*), ve která paprsky působiti mají, a deskou *D* zamezuje se paprskům přístup k druhému konci sloupe thermoelektrického. Veškeré právě popsané části přístroje jsou mosazné a staví se ve vzdálenostech, jež stupnicí *ss* možno měřiti.

Pomocí přístroje právě popsaného lze dokázati:

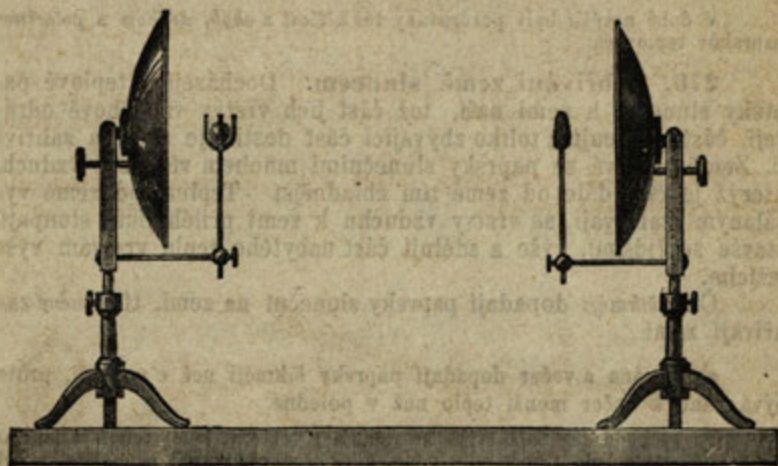
a) Teplu šíří se *přímochárně* i ubývá účinku jeho ve *čtverečném* poměru vzdálenosti; účinky jsou tím *menší*, čím *šikměji* paprsky tepla na tělo dopadají.

b) *Sálavost tepla rozličných těles* řídí se *hmotou* a *povrchem* jejich a jest tím *větší*, čím *teplejší* jest tělo a čím *menší* jest *hustota* těla neb *povrchu* jeho a čím jest *povrch drsnější* a *tmavější*.

Kamna musí býti na *povrchu hladká*, aby sálání tepla pokud možno se *umenovalo*. — Půda *rostlinami* pokrytá *vyzařuje* více tepla než půda *kamenitá*, proto *pokrývají* se *útlejší* rostliny v noci *slamou*, aby teplo z nich *sálali* nemohlo.

c) Paprsky tepla, jež na tělo dopadají a ani od něho se *neodrážejí*, ani jím *neprocházejí*, bývají od tepla *pohlčeny*, čímž *teplota* těla se *zvyšuje*. *Rozličná* tělesa *pohlčují* však za *týchž* okolností *rozličné* množství tepla, neboť *přibývá* tepla jejich *rozličnou* měrou. V *mezích* určitých t. j. až do 100° C. *přibývá* *pohlčování* tepla tou měrou, kterou *přibývá* *sálavosti*, t. j. *čím více* tepla tělo *vyzařuje*, *tím více* ho *těž pohlčuje*.

Obr. 406.



Tělesa *barvy tmavé* *pohlčují více* tepla než tělesa *barev světlých*, proto bývají *kuličky* *teploměrů*, jakož i *rozličné* části *přístrojů*, jichž ku *skoumání* *sálavého* tepla se *užívá*, *koptem po černěny*. — Pod *černým* *suknem* *roztaje* snh *díve* než pod *bílým*. — *Černý* *oděv* jest *teplejší* než *bílý* neb *šedý*.

d) Paprsky tepla *odrážejí se* od těles *dle* *týchž* *zákonů* jako *paprsky* *světla*, *část* *paprskův* *teplových* *odráží se* od těles *nepřavidelně*, t. j. *rozptyluje se* na *všecky* *strany*.

Dáme-li do *ohniska* *dutého* *kovového* *zrcadla* tělo *silně* *zahřáté*, *zapálí se* *hubka* *aneb* *jiná* *zápalná* *látka* v *ohnisku* *zrcadla* *druhého*, *jsou-li* *obě* *zrcadla* *tak* *proti* *sobě* *postavena*, *aby* *osy* *jejich* *splývaly* v *tutéž* *přímku*; neboť *odrážejí se* *paprsky* *teplové* *od* *prvního* *zrcadla* *rovnoběžně* s *osou*, *dopadají* *na* *druhé* *zrcadlo* *rovnoběžně* s *osou* a *odrážejí se* *pak* *do* *ohniska* *zrcadla* *druhého*, *kdež* *se* *soustřeďují* (obr. 406.).

e) Některými tělesy procházejí paprsky tepla tak jako procházejí paprsky světla tělem prohledným. Tělesa, jež paprsky tepla propouštějí, zovou se *průteplivá*; tělesa, která teplových paprsků nepropouštějí, slovou *neprůteplivá*.

Nejprůteplivější všech těles jest *kamenná sůl*. Vzduch jest taktéž velmi průteplivý, pročež nesnadno vodivost tepla vzduchu ustanoviti, ješto nelze určití, zdaž teploměr teplem od částice k částici vzduchu rozváděným aneb teplem sálavým se zahřívá.

Průteplivost těles *neřídí se* ani průhledností, ani barvou jejich.

Vyhraněná sůl, hraněný vápenec, sádrovec a kamenec jsou téměř stejnou měrou prohledny, ale mají průteplivost velmi rozličnou; jestiť, jak výše vyzkouto, kamenná sůl nejprůteplivější, kamenec jest pak málo průteplivý. — Tlusté černé sklo a černá slída jsou neprohledné ale průteplivé; voda jest velmi prohledná ale málo průteplivá.

f) V tělesích průteplivých *lámou se* paprsky teplové dle týchž zákonův jako paprsky světla.

Ve hranolu z kamenné soli paprsky světla též se *rozkládají*, čímž vzniká jakási *vidmo teplové*.

V době novější byly pozorovány též *křížení* a *ohyb*, *duojlom* a *polarisace* paprskův teplových.

276. Zahřívání země sluncem. Docházejí-li teplové paprsky sluneční k zemi naší, tož část jich vrstvy vzduchové odrážejí, část pohlcují a toliko zbývající část dostihuje země a zahřívá ji. Země zahřívá se paprsky slunečními mnohem více než vzduch, kterýž je čím dále od země tím chladnější. Teplem od země vysálaným zahřívají se vrstvy vzduchu k zemi přiléhající, stoupají, stavše se řidšími, výše a sdělují část nabytého tepla vrstvám výše ležícím.

Čím *šikměji* dopadají paprsky sluneční na zemi, tím *méně* zahřívají zemi.

a) Z rána a večer dopadají paprsky šikměji než o poledni, proto bývá ráno a večer menší teplo než v poledne.

Po východu slunce zahřívá se vzduch a teplota jeho stoupá v létě až do 3 hod., v zimě do 1 hod. odpoledne, kdež dosahuje stupně *nejvyššího*, načež opět klesá až k ránu druhého dne, kdež krátký čas před východem slunce k *nejnižšímu* stupni padá. Země zahřívá se totiž tak dlouho, pokud pohlcuje více tepla než vyzářuje. V létě ve 3 hodiny a v zimě v 1 hodinu odpoledne pohlcuje země právě tolik tepla, co vyzářuje, a v tu dobu jest tudíž teplota nejvyšší. Od té doby až k východu slunce druhého dne vyzářuje země více tepla než ho pohlcuje, proto tepla ubývá.

Střední teplota denní stanoví se obyčejně pozorováním teploměru v 6 hod. ráno, ve 2 hod. odpoledne a v 10 hod. večer, může však též z nejvyššího a nejnižšího stupně každého dne se vypočísti. Ze středních teplot všech dní jistého měsíce určuje se *střední teplota toho měsíce* a ze středních teplot všech měsíců vypočítává se pak *střední teplota celého roku*.

b) V krajinách *na rovníku* jest teplota největší, neboť dopadají tam paprsky po celý rok téměř *kolmo*. Jsou tam tudíž pouze dvě roční

počasí, totiž suché a deštivé. V pásma *studeném* dopadají paprsky téměř po celý rok šikmo, proto jest tam *dlouhá* a *studená* zima. V pásma *mírném* na severní polokouli bývá v polovici ledna teplota *nejnižší*, neboť až do té doby země více tepla vyzařuje, než ho přijímá. Od polovice ledna přibývá tepla až do prostřed července, kdež bývá teplota *nejvyšší*, a odtud pak zase až do polovice ledna tepla ubývá.

c) Čím blíže rovníku tím větší jest *střední teplota roční*, kteráž jest tudíž tím *větší*, čím *menší* jest zeměpisná šířka toho kterého místa. Měla by tudíž místa, mající stejnou zeměpisnou šířku, též stejnou teplotu roční. Ze zkušenosti známo však, že spravuje se střední teplota roční netoliko zeměpisnou šířkou, nýbrž i povahou půdy, podnebím, výškou nad hladinou mořskou, vzdáleností krajiny od moře a jinými okolnostmi.

Vlhká bahnitá půda zahřívá se *méně* než suchá, neboť páry vodní z ní vystupující mnoho tepla poutají. — Písečná a světlá půda více tepla pohlcuje než hlinitá a světlá. — Čím výše nad hladinou mořskou, tím více ubývá tepla, neboť jsou vyšší vrstvy vzduchu řídkší a od země vzdálenější. — Na pobřeží mořském bývají chladná léta a mírné zimy, čím dále od moře, tím teplejší bývají léta a tím studenější zimy. Praha a Dublin mají ku př. téměř stejnou střední teplotu roční a přece jest střední teplota nejstudenějšího měs. v Praze $-2.5^{\circ}C$, v Dublině $+4.3^{\circ}C$, střední teplota nejteplejšího měsíce v Praze $+20.2^{\circ}C$, v Dublině $+16^{\circ}C$.

277. Větry. Zahřívá-li se vzduch sluncem v jednom místě na zemi naší více než v druhém, stoupá zahřátý, jsa řídkším a tudíž lehčím, do výšky a na místo jeho přichází pak dolem vzduch studenější z kraje sousedních. Takovéto *proudění vzduchu* zove se *větre*m.

Pravidelné větry vznikají na pobřežích vod, zvláště na pobřeží mořském, odkudž i *pobřežními větry* se nazývají. Ve dne zahřívá se vzduch na pevnině více než nad vodou, proto proudí vzduch z vody na pobřeží a vzniká *vítr mořský*. V noci ochlazuje se země a tudíž i vzduch nad ní vyzařováním tepla více než nad vodou, proto věje vítr v noci z pobřeží na vodu a nazývá se *vítr zemský*.

Na rovníku stoupá vyhřátý vzduch ustavičně do výšky a odtéká horem k oběma točnám, na jeho místo proudí pak od obou točen vzduch chladnější; pravidelné tyto větry na rovníku zovou se *pasátní*, kteréž jsou tudíž dvojí, totiž *severní* a *jižní*. Rychlým otáčením se země okolo osy mění však tyto větry původní směr svůj a jsou pak na severní polokouli *severovýchodní* a na jižní polokouli *jihovýchodní*. Na hranici, kde oba tyto větry spolu se stýkají, ruší se vzájemně, tak že vzniká tam *bezvětří* č. *končina tišin*. Na pevnině, kdež hory a proměnlivá teplota země pasátním větrům překážejí, bývají větry tyto zřídka pravidelné, nejpravidelněji jeví se na moři nejméně 50 mil od pevniny.

Poněvadž vzduch od severní točny k rovníku proudící vždy na širší povrch země postupuje a jej konečně úplně pokrýtí nemůže a vzduch od rovníku k točně proudící vždy na užší povrch přichází, protrhuje často proud horní proudem dolním, čímž vznikají pak výsledné směry větrů. U nás střídají se větrové obyčejně postupem následujícím: Po větru východním následuje jihovýchodní, pak jižní a jihozápadní, západní a severozápadní, severní a severovýchodní a konečně opět východní.

Větrové jižní, jihozápadní a západní přinášejí nám vzduch naplněný parami vodními, kteréž v chladnějších končinách co déšť se srážejí; větrové severní, severovýchodní a východní přinášejí k nám vzduch chladný a suchý.

Slabý průvan stává se patrným v pohybu plamene, kouře, peří atd. *Silnější proudění vzduchu č. vítr* naznačuje se co do směru *korouhvičkami větrnými*; rychlost a síla větrů měří se pak zvláštními *větroměry* (anemometry).

Korouhvička větrná jest deska, mající tvar korouhvičky a otáčející se velmi snadno okolo svislé osy na nejvyšším vrcholu stavení (ku př. věží). Plocha korouhvičky obrací se vždy po směru větru. Ve *vyšších* vrstvách určuje se směr větru z pohybu oblaků, ježž můžeme v zrcadlech vodorovně položených pozorovati.